

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-129770

(43)Date of publication of application : 19.05.1995

(51)Int.Cl.

G06T 7/00

G01B 11/24

G05B 19/19

(21)Application number : 05-270977

(71)Applicant : MITSUBISHI ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 28.10.1993

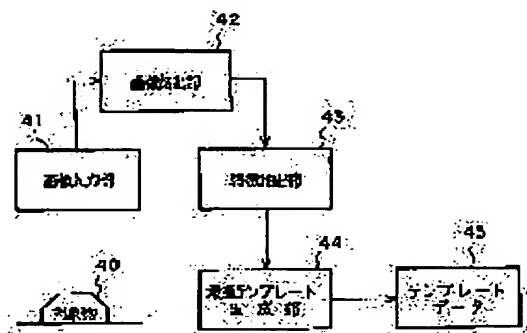
(72)Inventor : HIROOKA MIWAKO  
WASHIMI KAZUHIKO  
HASHIMOTO MANABU

## (54) IMAGE PROCESSOR

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To shorten processing time without requiring specific know-how and reducing recognition accuracy by applying feature sampling processing to an image segmented from an input image, and generating a template image fitting in a sampled feature point.

**CONSTITUTION:** A user image-picks up an object 40 with an image input part 41, and inputs freezing it as the original image. A part where the object 40 is photographed is designated from the whole image, and the part is segmented by an image segmenting part 42. A segmented image is inputted to a feature sampling part 43, and the feature sampling processing is applied to it, and the coordinate and image value of a feature part are sent to an optimum template generating part 44. The optimum template generating part 44 generates the template image from which only a part with a feature point is sampled, and preserves it as template data 45. In other words, since a template can be generated by sampling only the part with feature point in the template image, fast template matching in which the template image is compressed, can be performed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

23.03.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3212777

[Date of registration]

19.07.2001

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-129770

(43) 公開日 平成7年(1995)5月19日

(51) Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 T 7/00				
G 0 1 B 11/24	K			
G 0 5 B 19/19	H	9064-3H 9287-5L 9061-5L	G 0 6 F 15/ 62 15/ 70	4 0 0 4 5 5 Z
審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 38 頁)				

(21) 出願番号 特願平5-270977

(22) 出願日 平成5年(1993)10月28日

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 広岡 美和子

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機  
株式会社産業システム研究所内

(72) 発明者 鷲見 和彦

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機  
株式会社産業システム研究所内

(72) 発明者 橋本 学

尼崎市塚口本町8丁目1番1号 三菱電機  
株式会社産業システム研究所内

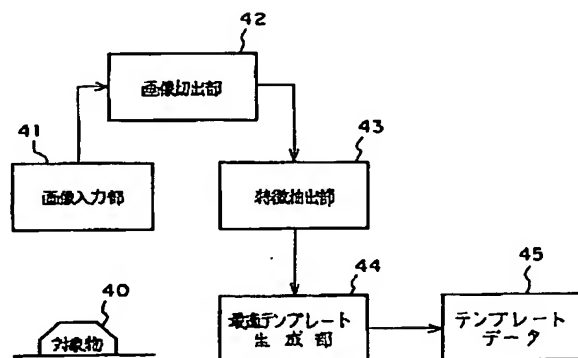
(74) 代理人 弁理士 田澤 博昭 (外1名)

(54) 【発明の名称】 画像処理装置

(57) 【要約】

【目的】 特別なノウハウを必要とせず、認識精度の低下を伴うことなく処理時間を短縮できる画像処理装置を得る。

【構成】 入力された原画像から切り出した領域の画像に対して特徴抽出処理を行い抽出された特徴点に合わせてテンプレート画像を生成し、また、サーチ領域の画像に対してテンプレートの大きさと同じ領域内の分散値の和を計算して対象物の存在を判定し、また、回転粗サーチにてサーチ領域を絞り込んだ後に部分テンプレートサーチを行って対象物の姿勢を求め、また、指定されたセグメントの外接長方形を生成してそれに囲まれた部分をテンプレート画像とし、また、長方形の幅が直径となる円テンプレート画像とサーチ画像の相関値を求める。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 原画像を入力する画像入力部と、前記画像入力部より入力された前記原画像の中から必要な領域の切り出しを行う画像切出部と、前記画像切出部によって切り出された画像に対して特徴抽出処理を行う特徴抽出部と、前記特徴抽出部にて抽出された特徴点を合わせてテンプレート画像を生成する最適テンプレート生成部とを備えた画像処理装置。

【請求項 2】 前記特徴抽出部として、インタレストオペレータによる特徴抽出処理を行うインタレストオペレータ部を用いたことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 3】 前記特徴抽出部として、2 値化処理およびラベリング処理を行い、図形の輪郭線を抽出する処理を行うことによって特徴抽出処理を行う輪郭座標抽出部を用いたことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 4】 前記特徴抽出部として、微分処理、2 値化処理およびラベリング処理を行い、図形の輪郭線を抽出する処理を行うことによって特徴抽出処理を行う輪郭座標抽出部を用いたことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 5】 前記特徴抽出部が、ユーザからの指示を入力するための入力手段と、前記入力手段より入力された座標を特徴点として抽出する処理を行う抽出手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 に記載の画像処理装置。

【請求項 6】 予め用意されたテンプレートデータを用いたテンプレートマッチング法によって認識を行う画像処理装置において、入力された原画像の前記テンプレートデータ中のテンプレート画像と同じ領域内の分散値を演算する分散値計算部と、前記分散値計算部によって求められた分散値に基づいて、対象物が存在するか否かの判定を行う分散値判定部とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 7】 予め用意されたテンプレートデータを用いたテンプレートマッチング法によって認識を行う画像処理装置において、入力された原画像と前記テンプレートデータ中のテンプレート画像との相関値を演算する相関値計算部と、前記相関値計算部によって求められた相関値に基づいて、ピークの位置および値の推定を行うピーク推定部とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 8】 予め用意されたテンプレートデータを用いた回転テンプレートマッチング法によって認識を行う画像処理装置において、入力された原画像と前記テンプレートデータ中のテンプレート画像との相関値のスコアマップを、2 次元平面の平行移動と回転の 3 次元空間内において生成する 3 次元スコアマップ生成部と、前記 3 次元スコアマップ生成部にて生成されたスコアマップにおけるピークの探索を行うピーク探索部とを備えたこと

を特徴とする画像処理装置。

【請求項 9】 予め用意されたテンプレートを用いた回転テンプレートマッチング法によって認識を行う画像処理装置において、前記テンプレートデータ中の回転粗テンプレートデータを用いて、対象物の大まかな姿勢を求めてサーチ領域を絞り込むための回転粗サーチを行う回転粗サーチ部と、前記テンプレートデータ中の部分テンプレートデータを用いて、前記回転粗サーチ部にて絞り込まれたサーチ領域の部分テンプレートサーチを行う部分テンプレートサーチ部と、前記部分テンプレートサーチ部のサーチ結果に基づいて対象物の姿勢を求める姿勢演算部とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 10】 予め用意されたテンプレートデータを用いた回転テンプレートマッチング法によって認識を行う画像処理装置において、前記テンプレートデータ中の標準テンプレート画像の大きさに基づいて、対象物の大まかな姿勢を求めてサーチ領域を絞り込むための回転粗サーチのサーチ精度を決定する粗サーチ精度決定部を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 11】 予め用意された回転粗テンプレートデータを用いた回転テンプレートマッチング法によって認識を行う画像処理装置において、前記回転粗テンプレートデータを用いて、対象物の大まかな姿勢を求めてサーチ領域を絞り込むための回転粗サーチを行う回転粗サーチ部と、前記回転粗サーチ部のサーチ結果が記録される複数の 2 次元スコアマップと、それぞれの前記 2 次元マップのピークを中心として周囲を精サーチしてピークの決定を行うピーク検出部とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 12】 前記回転粗サーチ部が、入力画像および前記回転粗テンプレートデータ中のテンプレート画像にそれぞれ空間バンドパスフィルタを作用させるフィルタリング手段と、前記フィルタリング手段の出力に対して 2 種類のしきい値を用いたしきい値処理を行って 3 値画像を得る 3 値化手段と、前記 3 値化手段の出力する 3 値画像をもとに画像の類似度を算出する類似度計算手段とを備えたことを特徴とする請求項 11 に記載の画像処理装置。

【請求項 13】 予め原画像をよく似た属性の部分領域に分割するセグメント化部と、前記原画像および前記セグメント化部にて分割されたセグメントの画像の表示を行う画像表示部と、テンプレート画像として選択したい前記セグメントを指定するための情報が入力される入力装置と、前記入力装置に入力された情報にて指定された前記セグメントに外接する外接長方形を生成する外接長方形生成部と、前記原画像より前記外接長方形で囲まれた領域の切り出しを行う画像切出部と、前記画像切出部によって切り出された画像をテンプレート画像として登録するパターン登録部とを備えた画像処理装置。

【請求項 14】 予め原画像をよく似た属性の部分領域

に分割するセグメント化部と、前記原画像および前記セグメント化部にて分割されたセグメントの画像を表示する画像表示部と、テンプレート画像として選択したい前記セグメントを指定する情報が入力される入力装置と、前記原画像より前記入力装置に入力された情報にて指定された前記セグメントを含む領域の切り出しを行う画像切出部と、前記画像切出部によって切り出された画像をテンプレートマッチングに使用する領域とそれには使用しない領域とに分け、前記テンプレートマッチングには使用されない領域にマスクを生成するマスク生成部と、前記マスク生成部にて生成されたマスクもテンプレート画像として登録するパターン登録部とを備えた画像処理装置。

【請求項 15】 入力画像に空間バンドパスフィルタを作用させるフィルタリング部と、前記フィルタリング部の出力に対して 2 種類のしきい値を用いたしきい値処理を行って 3 値の画像表現を得る 3 値化部と、前記 3 値化部の出力する 3 値化された中間画像と、同様にして作成したテンプレート画像との間で近似的な相互相関演算を行い、その相関値に基づいて最良の重ね合わせが得られる位置を得る 3 値テンプレートマッチング部と、重ね合わせた前記入力画像の前記フィルタリング部の出力中の、テンプレートデータの中から予め選び出した着目画素に対応する画素を参照して、その画素が前記テンプレートデータに保存されている要件を満たしているか否かを判定する適合度判定部と、前記要件を満たしていると判定された判定された画素の集まりから、前記入力画像の小数点以下の位置ずれ量を算出する位置ずれ量算出部と、前記位置ずれ量算出部の算出した小数点以下の位置ずれ量と前記テンプレートデータに保存されている小数点以下の位置ずれ量とを比較して最終の位置合わせ結果を得る演算部とを備えた画像処理装置。

【請求項 16】 原画像より切り出された指定領域の画像と、その開始点や姿勢を変えながら取り出した前記指定領域と同じ大きさの領域の画像との類似度を評価する類似度評価部と、前記類似度評価部の評価結果に基づいて、前記指定領域の画像がテンプレート画像として適切であるか否かを判定する判定部とを備えた画像処理装置。

【請求項 17】 入力された原画像と長方形の幅が直径となる円テンプレート画像との相関値を求める相関演算\*

$$M_{x,y} = \frac{\sum_{i,j} F_{x+i,y+j} G_{i,j} - n \underline{F} \underline{G}}{\sqrt{\sum_{i,j} F_{x+i,y+j}^2 - n \underline{F}^2} \sqrt{\sum_{i,j} G_{i,j}^2 - n \underline{G}^2}} \dots\dots (1)$$

【0005】ただし、上記式(1)において、 $\underline{F}$ 、 $\underline{G}$ は探索画像あるいはテンプレート画像の局所領域内における画像の輝度の平均値、 $n$ は局所領域 $S_{x,y}$ に含まれる画素の個数である。また、この式(1)には分母側に画像の輝度分散を表す項が含まれていることからわかるように、この相関値 $M_{x,y}$ は、画像の明るさの線形的な

\*部と、前記相関演算部によって求められた相関値に基づいて、対象物が存在するか否かの判定を行う相関値判定部とを備えたことを特徴とする画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、ロボットや産業機械の位置制御及び検査などに使われる視覚装置における画像処理装置および画像処理方法に関するものであり、特にテンプレートマッチング法のためのテンプレート画像の生成、およびテンプレートマッチング方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】ここで、具体的な従来の画像処理装置の説明をはじめの前に、まず基本的なテンプレートマッチング手法について説明しておく。テンプレートマッチング法(Template Matching = TM手法)は、ティーチング・バイ・ショーイング、すなわち対象毎にプログラムを組まなくても対象の画像を登録するだけで、自動的にその対象を再認識することが出来るような機能、が特徴であり、画像処理に関する知識のないユーザでも簡単に使いこなせるため、ユーザのニーズが高い位置合わせ手法である。また、最近のファクトリーオートメーション(以下FAという)分野における画像処理装置への要求として2値化処理だけで対応できないような複雑な検査や位置決めを高速に精度よく行うことが要求されており、正規化相互相関係数に基づいた位置合わせを行なう濃淡テンプレートマッチングへの期待は大きい。しかし、濃淡テンプレートマッチングはその膨大な計算量のために、従来専用ハードウェアなしには、実現不可能とされてきた。そのため、画像処理装置が高価になり、市場開拓の障害となっていた。

【0003】次に、この濃淡テンプレートマッチング処理の概要を図55を用いて説明する。濃淡テンプレートマッチングは位置(x, y)から開始されるテンプレートと同じ大きさの局所領域 $S_{x,y}$ を順にずらしながら、テンプレート画像 $G_{i,j}$ と探索画像 $F_{i,j}$ の相関値 $M_{x,y}$ を計算し、相関値が最も高い位置(x, y)をテンプレートが発見された位置として、出力する。なお、この相関値 $M_{x,y}$ は次の式(1)で与えられる。

【0004】

【数1】

変動 $F'_{i,j} = F_{i,j} \times k_1 + k_2$ に全く影響を受けないことがわかる。従って、濃淡テンプレートマッチングを用いることによってテンプレート画像と検査画像とのコントラストが変化したり、画像全体の明るさの変化やノイズへの余裕度が大きい。

【0006】しかしながら、このような濃淡テンプレ

トマッチングは相関値演算に時間がかかり、F A分野など、高速化が要求される場合には時間の制限から実用的に対応できなかった。たとえば、512×512の検査画像中、128×128のテンプレート画像のサーチを\*

$$128 \times 128 \times (512 - 128) \times (512 - 128) = 2.4 \times 10^9$$

【0008】これに対して、よく知られた高速化手法として粗精サーチ法があった。粗精サーチ法とは、図56に示すように、第1ステップとして原画像を1/4や1/8に縮退した画像（粗画像）を作り、粗画像のテンプレート画像でだいたいの位置をサーチし、その周辺だけを原画像で精サーチして正確な位置を求めるという方法※

$$\left( \frac{128}{N} \times \frac{512 - 128}{N} \right)^2 + 128^2 \times (2 \times N + 1)^2 \dots\dots (3)$$

【0010】このようにNを変化させると、図57に示す様に最適な粗精比が存在するが、このような場合にも、F Aラインでの実用化レベルとして目安にされる0.1sec以内の認識を達成するにはまだ数百倍の時間短縮を達成しなければならない。

【0011】このように、従来の粗精サーチによるテンプレートマッチング法では、処理速度が遅く実用的でないという問題点があった。

【0012】このようなテンプレートマッチング技術に対して、いくつかの技術が開発されている。図58はたとえば、特公平2-642号公報に示された従来の部分テンプレートマッチング法を示す説明図である。図において、11はパターン位置検出対象である半導体ベレットの回路素子形成領域であり、12はその2辺に規則的に配列された接続パッドである。13a、13bはパターン位置検出に際して探索されるパターン探索領域（目標パターン）である。

【0013】ここでは目標パターンとそれぞれ一致するテンプレートを持ち、予め教示していた位置関係を利用して、真のピークを検出しようとするものである。この場合、対象としたいテンプレートを部分に分けて、それぞれの部分でパターン探索領域13a、13bとテンプレートマッチングすることによって、同一の特徴を持ったパターンが複数個等間隔に配列されている場合でも、目標パターンを識別できる。また、目標パターンを部分に分けて撮像できるので、分解能を高めることができる。

【0014】しかしながら、この方式ではどの部分をテンプレートとすれば良いのか、ユーザが判断しなければならず、ノウハウが必要とされた。

【0015】一方、テンプレートの自己評価方法として特開昭61-74082号公報では次のような方式が提案されている。次に図59を用いてそれを説明する。図において、14は検出対象を撮像する撮像手段、15は撮像された画像データを2値化する2値化回路、16は

\*行う場合、次の式(2)による積和演算が必要であり、100Mipsクラスの計算機をもってしても10秒以上の計算時間を要することとなる。

【0007】

... (2)

※である。この方法で先ほどの例と同じ結果を得るのに必要な演算量は、粗精サーチの比率を1:Nとすれば、次の式(3)で与えられる回数で済む。

【0009】

【数2】

20 2値化された画像データを格納する画像メモリ、17はシフトメモリ18、並列切出しレジスタ19、標準パターンレジスタ20、パターン照合回路21より成り、画像データより切り出した部分パターンを標準パターンと照合するマッチング回路、22はパターン照合回路21の出力の最小値を検出する最小値検出回路、23は領域限定回路、24はそれらに所定のタイミングを与えるタイミング発生回路、25は当該システムの全体制御を行う計算機である。

【0016】この方式は、撮像手段14で撮像された検出対象の画像から、求めるべき標準パターンの大きさの部分パターンを切り出して、標準パターンの候補とし、順次切り出された部分パターンあるいは部分パターンと検出対象の画像から標準パターンとしての適性を表す評価値を求め、その値に基づいて標準パターンを決定するように動作する。このように、この方式によれば、画面内から自動的にパターンマッチングに適した標準パターンを選択できるので、ユーザのノウハウが不要となる。

【0017】しかしながら、この方式では入力画像の中からテンプレートを選択するのに、ユーザは予めテンプレートの大きさを決定しておかなければならず、せっかく自己評価して最適なテンプレートが自動的に登録されとしても最適な大きさが選択されているかどうかは評価できない。

40 【0018】また、この方式では入力画像全面をテンプレートの候補として順次切り出してそれぞれについて評価しなければならないので、時間もかかる。多くのテンプレートマッチングを用いて認識を行なう場合、ユーザが認識したい対象物は自明であることが多いのに、そのユーザの知識が活かせず、評価値のみでテンプレートが決定されてしまうので、不必要な処理にかかる時間が多く、ユーザの意図も反映しにくいという問題点があった。

50 【0019】さらに、特開平4-359388号公報では次のような方式が提案されている。次に図60を用い

てそれを説明する。この装置はサーチ画像を保存する探索画像用記憶装置26、テンプレート画像を保存しておくテンプレート画像用記憶装置27、両画像の0値を処理する0値データ処理回路28、両画像値の比を求める割算器29、割算器29の計算値を保存する計算値保存用記憶装置30、割算器29の出力値と計数値保存用記憶装置30の保存値との差の絶対値を求める絶対値計算回路31、今回得られた絶対値と前回得られた絶対値を加算する加算回路32、しきい値を保存するしきい値保存回路33、加算回路32による加算値としきい値を比較する比較回路34とで構成されている。この手法によれば、残差逐次検定法（Sequential Similarity Detection Algorithm = SSDA法）による打ち切りを、画像間に明るさの差があっても達成できるように変形している。従って、画像取得時の周囲の明るさなどの制限がなくなって、常時環境が変化するような状況でのアプリケーションに用いることができる。

【0020】この手法では、入力画像全体の明るさのコントラストの幅が変化しても対応できるようになっているが、画像全体の明るさがシフトアップもしくはシフトダウンしたときには、この両画像の比はテンプレートの位置によって変化するので対応できない。また、しきい値処理をしており、このしきい値を決定するにはノウハウを要する。

【0021】また、サブピクセルの精度を求める方法として、特開平5-120436号公報では次のような方式が提案されている。次に図61を用いてそれを説明する。この方式は画素位置を画素単位でずらしつつ被検出画像とテンプレート画像との相関値を算出し、その相関値が最大となる画素位置を探索し（第1段階）、その8近傍画素の位置と相関値を求め（第2段階）、これらの座標と相関値から多変数多項式回帰曲面を決定し（第3段階）、その曲面のピークからサブピクセル精度のピーク検出を行なう（第4段階）ものである。この手法では、多変数多項式回帰曲面から、高精度でピーク位置の変化に連続な推定ピーク位置を求めることができるので、画素単位を超越したサブピクセル精度で位置検出することができる。

【0022】しかしながら、この手法では中心と8近傍の全9点の相関値を最初に計算しなければならず、処理時間がかかる。また、この手法ではXY平面と相関値の関係が2次の曲面を形成することが仮定となっているが、実際の相関値のピークと近傍の形状は2次曲面よりもするどいピークを描くことが多いので、2次曲面の近似では正確にピークを求めることはできない。

【0023】

【発明が解決しようとする課題】従来の画像処理装置におけるテンプレートマッチングは以上のように行われているので、通常の濃淡テンプレートマッチングでは相関値の演算に多大な時間がかかるため実用的ではなく、粗

精サーチによるテンプレートマッチングでも処理時間の短縮は充分とはいえず、FAなどの高速処理が要求される分野には時間の制約から実用的に対応することができないものであり、さらに、部分テンプレートマッチング法によるものでは、どの部分をテンプレートとするかをユーザが判断するためのノウハウが必要であり、テンプレートの自己評価を行う方式では評価値のみでテンプレートが決定されてしまうため、ユーザの知識を生かせず、不必要な処理にかかる時間が多く、ユーザの意図も反映しにくいものであり、SSDA法によるものでは画像全体の明るさのシフトアップやダウンに対応できず、しきい値処理のためのしきい値の決定にノウハウが必要であり、サブピクセル精度で位置検出するものでは、中心と8近傍の相関値の計算に時間がかかり、2次曲面の近似では正確にピークを求めることができないなどの問題点があった。

【0024】この発明は上記のような問題点を解消するためになされたもので、特別なノウハウを必要とせず、認識精度を低下させることなく処理時間を短縮できる画像処理装置を得ることを目的とする。

【0025】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明に係る画像処理装置は、入力画像より切り出された画像に対して特徴抽出処理を行う特徴抽出部と、抽出された特徴点に合せてテンプレート画像を生成する最適テンプレート生成部を備えたものである。

【0026】また、請求項2に記載の発明に係る画像処理装置は、インタレストオペレータによる特徴抽出処理を行なうインタレストオペレータ部を特徴抽出部として用いたものである。

【0027】また、請求項3に記載の発明に係る画像処理装置は、2値化処理およびラベリング処理を行ない、図形の輪郭線を抽出する処理を行なうことによる特徴抽出処理を行なう輪郭座標抽出部を特徴抽出部として用いたものである。

【0028】また、請求項4に記載の発明に係る画像処理装置は、特徴抽出部としての輪郭座標抽出部が、2値化処理およびラベリング処理とともに微分処理も行なうものである。

【0029】また、請求項5に記載の発明に係る画像処理装置は、特徴抽出部を、ユーザが指示する入力部と、入力された座標を特徴点として抽出する処理を行なう抽出部で形成したものである。

【0030】また、請求項6に記載の発明に係る画像処理装置は、サーチ画像上の分散値を求める分散値計算部と、その分散値より対象物の存否を判定する分散値判定部とを設けたものである。

【0031】また、請求項7に記載の発明に係る画像処理装置は、相関値を求める相関演算部と、その相関値よりピーク値と座標を推定するピーク推定部とを設けたも

のである。

【0032】また、請求項8に記載の発明に係る画像処理装置は、X軸方向、Y軸方向および回転の3次元の空間内で相関値のスコアマップを生成する3次元スコアマップ生成部と、その3次元スコアマップにおけるピークを探索するピーク探索部とを設けたものである。

【0033】また、請求項9に記載の発明に係る画像処理装置は、回転粗テンプレートをを用いた回転粗サーチを行う回転粗サーチ部と、部分テンプレートをを用いた部分テンプレートサーチを行う部分テンプレートサーチ部と、サーチ結果より対象物の姿勢を求める姿勢演算部とを設けたものである。

【0034】また、請求項10に記載の発明に係る画像処理装置は、粗サーチの精度を標準テンプレート画像の大きさに基づいて自動的に決定する粗サーチ精度決定部を設けたものである。

【0035】また、請求項11に記載の発明に係る画像処理方法は、回転粗サーチの結果が記録される複数の2次元スコアマップと、各2次元スコアマップを精サーチしてピークを決定するピーク検出部とを設けたものである。

【0036】また、請求項12に記載の発明に係る画像処理は、回転粗サーチ部を、入力画像とテンプレート画像にそれぞれ空間バンドパスフィルタを作用させるフィルタリング手段と、これらフィルタリング手段の出力を2種類のしきい値でしきい値処理して3値画像を得る3値化手段と、その3値画像をもとに画像の類似度を決定する類似度計算手段で形成したものである。

【0037】また、請求項13に記載の発明に係る画像処理装置は、原画像をセグメント化するセグメント化部と、そのセグメント化された画像と原画像を表示する画像表示部と、ユーザがテンプレート画像として選択したいセグメントを指定する入力装置と、選択された領域の外接長方形を生成する外接長方形生成部と、外接長方形に囲まれた領域を切り出す画像切出部と、切り出された画像をテンプレート画像として登録するパターン登録部とを備えたものである。

【0038】また、請求項14に記載の発明に係る画像処理装置は、画像切出部によって切り出された矩形領域からテンプレートマッチングに使用しない領域にマスクを生成するマスク生成部を設けたものである。

【0039】また、請求項15に記載の発明に係る画像処理装置は、空間バンドパスフィルタを作用させた入力画像を2つのしきい値で処理して3値化した中間画像と、同様にして作成されたテンプレート画像との間で近似的な相互相関演算を行ない、その相関値より最良の重ね合わせを得る位置を算出する3値テンプレートマッチング部と、テンプレートの中からあらかじめ選び出した着目画素について、重ね合わせた入力画像のフィルタリング部の出力の対応画素を参照し、その画素がテンプレ

ートに保存された要件を満たしたかどうかを判定する適合度判定部と、採用された画素の集まりから入力画像の小数点以下の位置ずれ量を算出する位置ずれ量算出部と、その小数点以下の位置ずれ量に基づいて最終位置合わせ結果を得る演算部とを備えたものである。

【0040】また、請求項16に記載の発明に係る画像処理装置は、原画像より切り出された指定領域の画像と、原画像を回転や平行移動させて切り出した画像の類似度を評価する類似度評価部と、その評価結果に基づいて指定領域の画像がテンプレート画像として適切かどうかを判定する判定部とを設けたものである。

【0041】また、請求項17に記載の発明に係る画像処理装置は、対象物の姿勢が未知で、対象物の形状が長方形を含んでいる形状の対象物を認識する際の、前記長方形の幅が直径になる円テンプレート画像と、サーチ画像と円テンプレート画像との相関値を求める相関演算部とを設けたものである。

【0042】

【作用】請求項1に記載の発明における特徴抽出部は、画像入力部より入力された画像の中から画像切出部によって切り出された画像に対して特徴抽出処理を行ない、最適テンプレート生成部はこの特徴抽出部によって抽出された特徴点に合わせてテンプレート画像を生成するように作用する。

【0043】また、請求項2に記載の発明におけるインタレストオペレータ部は、画像切出部にて切り出された画像に対して、インタレストオペレータによる特徴点抽出を行ない、それを最適テンプレート生成部に入力するように作用する。

【0044】また、請求項3に記載の発明における輪郭座標抽出部は、画像切出部にて切り出された画像に対して、2値化処理とラベリング処理を行なって図形の輪郭点の座標を抽出し、それを最適テンプレート生成部に入力するように作用する。

【0045】また、請求項4に記載の発明における輪郭座標抽出部は、画像切出部にて切り出された画像に対して微分処理、2値化処理およびラベリング処理を行なって、図形の輪郭点の座標を抽出し、それを最適テンプレート生成部に入力するように作用する。

【0046】また、請求項5に記載の発明における特徴抽出部は、画像切出部にて切り出された画像に対して、入力手段からユーザによって入力された座標抽出部にて特徴点として抽出し、それを最適テンプレート生成部に入力するように作用する。

【0047】また、請求項6に記載の発明における分散値判定部は、分散値計算部が計算した、入力画像のテンプレートと同じ大きさの領域内の分散値の和がしきい値よりも小さければ、その位置には対象物が存在しないと判定して以後の処理を打ち切り、分散値の和がしきい値よりも大きければ、その位置を対象物認識位置の候補と



して残すように作用する。

【0048】また、請求項7に記載の発明におけるピーク推定部は、相関値計算部が計算した、入力画像の数画素ごとのテンプレート画像との相関値が、その周辺の相関値よりも高いとき、その近傍に真のピークが存在する可能性があるとして判断し、周辺の相関値と座標とそれ自身の座標と相関値からピークの位置と値を推定するように作用する。

【0049】また、請求項8に記載の発明における3次元スコアマップ生成部は、撮像されたサーチ画像とあらかじめ用意された対象物のテンプレート画像との相関値を求めて回転角0度のときのX、Y面にスコアを記録し、回転テンプレートのうちの1つをテンプレートとして同様に相関値を求め、その角度のX、Y面にスコアを記録し、全ての回転テンプレートについて同様の処理を行なって3次元のスコアマップを生成し、ピーク探索部は、そのスコアマップを探索してピークを求めて、対象物の位置と回転角として出力するように作用する。

【0050】また、請求項9に記載の発明における部分テンプレートサーチ部は、回転粗サーチ部が回転粗テンプレートを用いてサーチし、対象物の大まかな姿勢を求める。行った回転粗サーチにて絞り込まれたサーチ領域について、部分テンプレートとサーチ画像の相関値を計算して最も一致した座標を記録しておく処理を、複数の部分テンプレートについて同様に実行し、姿勢演算部は、それらの位置関係と予め保存している回転なしのときの位置関係とを比較することによって、サーチ画像における対象物の姿勢を求めるように作用する。

【0051】また、請求項10に記載の発明における粗サーチ精度決定部は、回転粗サーチのサーチ精度を自動的に決定するのに、標準テンプレート画像のサイズに応じて回転角度の変化率( $\delta$ )を決定するように作用する。

【0052】また、請求項11に記載の発明における回転粗サーチ部はサーチ画像に対して、まず回転粗テンプレートのうちの1つを用いてX方向Y方向にずらしながら2次元のスコアマップを生成する処理を、すべての回転粗テンプレートについて同様に処理し、ピーク検出部は各2次元スコアマップを精サーチしてピークを求め、回転角ごとのピーク座標とピーク値から精密なピークを求めることによって、対象物の姿勢と位置を検出するように作用する。

【0053】また、請求項12に記載の発明における回転粗サーチ部は、入力画像とテンプレート画像にそれぞれ空間バンドパスフィルタを作用させ、2種類のしきい値でしきい値処理して3値画像を得、画像の類似度を決定するように作用する。

【0054】また、請求項13に記載の発明における外接長方形生成部は、あらかじめ良く似た属性の部分領域に分割してセグメント化したセグメント中より、ユーザ

が入力装置を用いて選択したテンプレート画像として選択したいセグメントに外接する長方形を生成し、パターン登録部は、画像切出部にて切り出された前記外接長方形に囲まれた領域の画像をテンプレート画像として登録するように作用する。

【0055】また、請求項14に記載の発明におけるマスク発生部は、画像切出部によってテンプレート登録時に切り出された領域の画像を、テンプレートマッチングに使用する領域と使用しない領域とを自動的に分けて、テンプレートマッチングに使用しない領域にマスクを発生し、パターン登録部はこのマスクもテンプレートデータとして登録するように作用する。

【0056】また、請求項15に記載の発明における3値テンプレートマッチング部は、空間バンドパスフィルタを作用させた後に二つのしきい値で処理して得られた3値の中間画像と、同様にして作成したテンプレート画像との間で行なった近似的な相互相関演算による相関値に基づいて最良の重ね合わせを得る位置を算出し、適合度判定部はテンプレートデータの中からあらかじめ選出した着目画素について重ね合わせた入力画像のフィルタリング部の出力の対応する画素を参照して、その画素がテンプレートデータに保存された要件を満たしているか否かを判定し、演算部は要件を満たした画素の集まりから位置ずれ量算出部が算出した、入力画像の小数点以下の位置ずれ量を、テンプレート固有の位置ずれ量と比較することによって、テンプレート画像と入力画像との重ね合わせを小数点以下の精度で求めるように作用する。

【0057】また、請求項16に記載の発明における判定部は、ユーザがある領域を指定してパターンを登録する時に、同一画面あるいは別の画面からその指定領域と同じ大きさの領域を、領域の開始点や姿勢をずらしながら順次取り出して算出された、その領域と指定領域との類似度に基づいて、ユーザが指定した指定領域のパターンの独自性を計測したり、ユーザに報告し、独自性が極端に低い場合にはパターンの再登録を促し、また、画面内の他の領域との類似度の最高値やランダムなパターンとの類似度などから、ユーザが指定したパターンと同一であると判断するために最低限満たすべき類似度を自動的に決定するように作用する。

【0058】また、請求項17に記載の発明における相関判定部は、相関演算部の計算した対象物の大きさにあわせて予め生成され円テンプレートと入力画像の各座標との相関値が、しきい値よりも大きな位置は対象物が存在するところとして出力するように作用する。

【0059】

【実施例】

実施例1. 以下、この発明の実施例1を図について説明する。図1は請求項1に記載した発明の一実施例を示す構成図である。図において、40はユーザによって登録

がなされるワーク等の対象物であり、41はこの対象物を撮像して原画像の入力を行うテレビカメラなどの画像入力部である。42はこの画像入力部41より入力された原画像の中から必要な領域の切り出しを行う画像切出部であり、43はこの画像切出部42によって切り出された画像に対して特徴抽出処理を行う特徴抽出部である。44はこの特徴抽出部43にて抽出された特徴点を合わせてテンプレート画像を生成する最適テンプレート生成部であり、45はそのテンプレート画像を保存したテンプレートデータである。

【0060】次に動作について説明する。このように構成された画像処理装置では、本装置を用いて濃淡テンプレートマッチングのプログラミングは次のように行われる。ユーザは自分が登録したい対象物40を画像入力部41で撮像する。次に撮像した画像をフリーズして原画像として入力する。ユーザは画面全体の中から対象物40の写っている部分を指定し、画像切出部42によってその部分を切り出す。このようにして切り出された画像は特徴抽出部43に入力され、特徴抽出処理が施される。抽出された特徴部の座標と画像値は最適テンプレート生成部44へ送られる。最適テンプレート生成部44では特徴のある部分だけを抽出したテンプレート画像を生成し、テンプレートデータ45として保存する。

【0061】実施例2. 次に、この発明の実施例2を図について説明する。図2は請求項2に記載した発明の一実施例を示す構成図で、図において、40は対象物、41は画像入力部、42は画像切出部、43は特徴抽出部、44は最適テンプレート生成部、45はテンプレートデータであり、図1に同一符号を付した部分と同一、\*

$$\text{var}(x, y) = \sqrt{\sum_{k, l \in s} \{f(x, y) - f(x+k, y+l)\}^2}$$

$$s = \{(0, a), (0, -a), (a, 0), (-a, 0)\} \dots (4)$$

【0065】

$$\text{IntOpVal}(x) := \min[\text{var}(x+y)] \dots (5)$$

【0066】これを全画面について施し、その中で次の式(6)で示す極大値となった点を残し(ステップST4)、さらに、その中で次の式(7)に示すようにしきい値Tより大きな値を持つ位置を候補点として残して ※40

$$\begin{aligned} \text{IntOpVal}(x) &:= 0 \\ \text{unless } &: \text{IntOpVal}(x) \\ &\geq \text{IntOpVal}(x+y) \\ \text{for } &: y \leq 1 \dots (6) \end{aligned}$$

【0068】

$$\text{IntOpVal}(x) > T \dots (7)$$

【0069】このようにして抽出された特徴部の座標と画像値は最適テンプレート生成部へ送られる。最適テンプレート生成部では特徴のある部分だけを抽出したテンプレート画像を生成し、テンプレートデータ45として

\* もしくは相当部分であるためその説明を省略する。また、46はインタレストオペレータによる特徴抽出処理を行って、特徴抽出部として機能するインタレストオペレータ部である。

【0062】次に動作について説明する。ここで、図3はこの実施例2による処理の流れを示すフローチャートであり、図4はこの実施例2による画像処理の過程をイメージ的に示した説明図である。このように構成された画像処理装置では濃淡テンプレートマッチングのプログラミングは次のように行われる。ユーザは実施例1の場合と同様に、自分が登録したい対象物40を画像入力部41で撮像し、その画像をフリーズして原画像として入力する(ステップST1)。ユーザは次に、画面全体の中から対象物40の写っている部分を画像切出部42にて切り出す(ステップST2)。切り出された画像はインタレストオペレータ部46に入力され、画面にモラベック(Moravec)のインタレストオペレータなどによる特徴抽出処理が施される。

【0063】ここで、このモラベックのインタレストオペレータは、対象物が存在する位置の画像は一樣ではなく、ばらつきがあることが多いことを利用した手法で、画像上の局所領域がその周辺と異なっている度合いを求めて、候補領域を絞り込む手法である。各画素における分散尺度を次の式(4)で定義し(ステップST3)、さらに、自分自身とその周辺の点の中で、次の式(5)で示される分散の最小値をその画素の評価値とする。

【0064】

【数3】

※(ステップST5)、次の詳細な処理へと引き渡す手法である。

【0067】

※40

保存する(ステップST6)。

【0070】実施例3. 次に、この発明の実施例3を図について説明する。図5は請求項3に記載した発明の一実施例を示す構成図で、相当部分には図1と同一符号を

付してその説明を省略する。図において、47は2値化回路、ラベリング回路、膨張収縮回路などを内蔵して、2値化処理およびラベリング処理、さらには図形の輪郭線の抽出処理を実行することで特徴抽出処理を行い、特徴抽出部として機能する輪郭座標抽出部である。

【0071】次に動作について説明する。ここで、図6はこの実施例3による処理の流れを示すフローチャートであり、図7はこの実施例3による画像処理の過程をイメージ的に示した説明図である。このように構成された画像処理装置では、濃淡テンプレートマッチングのプログラミングは次のように行われる。ユーザはまず、自分が登録したい対象物40を画像入力部41で撮像し、その画像をフリーズして原画像として入力する(ステップST11)。ユーザは次に、画面全体の中から対象物40の写っている部分を画像切出部42にて切り出す(ステップST12)。なお、ここまでの処理は実施例1および2の場合と同じである。

【0072】次に、この画像切出部42で切り出された画像が輪郭座標抽出部47に入力される。この輪郭座標抽出部47では、入力された画像に対して2値化処理が施され、さらにノイズ除去などの前処理が必要に応じて行われた後、ラベリングを行なう(ステップST13)。このようにしてラベリングされた画像のうちから、対象物40のラベルを選択し、膨張収縮処理を行なって、対象物40の輪郭点の座標を抽出する(ステップST14)。抽出された輪郭部を特徴部とし、その座標と対応する原画像の画像値が最適テンプレート生成部44へ送られる。最適テンプレート生成部44では特徴のある部分だけを抽出したテンプレート画像を生成し、テンプレートデータとして保存する(ステップST15)。

【0073】なお、このような輪郭抽出方法は2値化しラベリングされた図形の外形をトラッキングして得ることもできる。また、ラベル選択方法はユーザが指示することによってもおこなえるし、その面積が最大のものを選ぶことも可能であり、さらには穴の数やコーナーや辺の数などの特徴量、一番右上にあるなどの座標から選択することもできる。

【0074】実施例4. 次に、この発明の実施例4を図について説明する。図8は請求項4に記載した発明の一実施例を示す構成図であり、図において、48は2値化回路およびラベリング回路に加えて微分回路も内蔵し、微分処理、2値化処理およびラベリング処理を実行し、図形の輪郭線の抽出処理を行って特徴抽出処理を行う点で、図5に符号47を付した実施例3のものとは異なる輪郭座標抽出部である。なお、他の部分については、図5に同一符号を付したものと同一、もしくは相当部分であるためその説明は省略する。

【0075】次に動作について説明する。ここで、図9はこの実施例4による処理の流れを示すフローチャート

であり、図10はこの実施例5による画像処理の過程をイメージ的に示した説明図である。この場合も実施例3の場合と同様に、原画像が入力され(ステップST21)、必要部分が切り出されて(ステップST22)、輪郭座標抽出部48に入力される。この輪郭座標抽出部48では入力された画像に対して、まず微分処理を、次いでその微分画像に対して2値化処理をし、さらにノイズ除去などの前処理が必要に応じて行なった後、ラベリングを行なう(ステップST23)。このようにしてラベリングされた画像のうちから、対象物40上または形状に関するラベルを選択して対象物40の輪郭点の座標を抽出し(ステップST24)、その位置を特徴部として、その座標と対応する原画像の画像値が最適テンプレート生成部44へ送られる。最適テンプレート生成部44では特徴のある部分だけを抽出したテンプレート画像を生成し、テンプレートデータ45として保存する(ステップST25)。

【0076】実施例5. 次に、この発明の実施例5を図について説明する。図11は請求項5に記載した発明の一実施例を示す構成図で、相当部分には図1と同一符号を付してその説明を省略する。図において、49は入力された画像をユーザに表示するための表示手段、50はユーザからの指示の入力が行われる入力手段であり、51はこの入力手段50より入力された座標を特徴点として抽出する処理を行う抽出手段である。52はこれらを備えている点で図1に符号43を付した実施例1のものとは異なる特徴抽出部である。

【0077】次に動作について説明する。ここで、図12はこの実施例5による処理の流れを示すフローチャートであり、図13はこの実施例5による画像処理の過程をイメージ的に示した説明図である。このように構成された画像処理装置では、濃淡テンプレートマッチングのプログラミングは次のように行われる。ユーザは自分が登録したい対象物40を画像入力部41で撮像し、その画像をフリーズして原画像として入力する(ステップST31)。ユーザには表示手段49の画面にこの入力された画像が表示される。ユーザは画面全体の中から、自分が認識させたい対象物40の写っている部分を画像切出部42には切り出す(ステップST32)。次いでユーザはマウスやキーボードなどの入力手段49を用いて、その対象物40の画像中で特徴的であると思われる部分をポイントし(ステップST33)、ポイントされた座標は抽出手段51にて特徴部として抽出されて記録される(ステップST34)。特徴部の座標と画像値は最適テンプレート生成部44へ送られ、最適テンプレート生成部44では特徴のある部分だけを抽出したテンプレート画像を生成してテンプレートデータ45として保存する(ステップST35)。

【0078】なお、このときコーナーや穴などの特徴となる部分を自動的に検出して予めユーザに表示し、その

中からユーザは自分が使いたい特徴を番号や位置などで指定して、その特徴量の座標と画像値を最適テンプレート生成部44へ送り、テンプレートデータ45とすることもできる。

【0079】また、上記実施例1から5までの特徴抽出方法を併用し、その結果を組み合わせて総合評価し、特徴的な部分の座標を選択することもできる。

【0080】このようにして作られたテンプレートデータを用いたテンプレートマッチングは次のようにして行なわれる。以下、図14を用いて、テンプレートマッチングの処理の流れを説明する。上記実施例によるプログラム

$$M_{x,y} = \frac{\sum_{(i,j) \in T} F_{x+i,y+j} G_{i,j} - mFtGt}{\sqrt{\sum_{(i,j) \in T} F_{x+i,y+j}^2 - mFt^2} \sqrt{\sum_{(i,j) \in T} G_{i,j}^2 - mGt^2}}$$

... (8)

【0082】ここで、 $Gt$ は最適テンプレート画像の平均値、 $Ft$ は同じくサーチ画像の平均値、 $m$ は最適テンプレートデータの数で、一般に標準テンプレート画像のデータ数 $n$ の何分の1かの小さな数になるようにする。また、 $\Sigma$ による加算範囲の開始点は抽出された座標の組合せを表している。

【0083】次に標準テンプレートデータをロードして、候補位置で前に述べた式(1)による相関値を求め(ステップST44)。最高点をとった位置をワーク位置として出力する(ステップST45)。

【0084】実施例6。次に、この発明の実施例6を図について説明する。図15は請求項6に記載した発明の一実施例を示す構成図で、図中、53は画像入力部41にて入力された原画像が格納される画像メモリであり、54はテンプレートマッチングのために予め用意されている、テンプレート画像、テンプレート画像の分散値、相関値のしきい値、サーチ領域、サーチ照明状態パラメータなどのテンプレートデータである。55は画像メモリ53に格納されている原画像内の、テンプレートデータ54中のテンプレート画像と同じ領域の分散値を演算する分散値計算部であり、56はこの分散値計算部55にて求められた分散値に基づいて、対象物が存在するか否かの判定を行う分散値判定部である。57は画像メモリ53に格納されている原画像とテンプレートデータ54

$$V_{x,y} = 1/n \sqrt{\sum_{i,j} F_{x+i,y+j}^2 - nF^2}$$

【0087】ただし、式(9)において、 $F$ は局所領域内における画像の輝度の平均値、 $n$ は局所領域 $S_{x,y}$ に含まれる画素の個数である。

【0088】次に、分散値計算部55で算出された分散値の和 $V_{x,y}$ の値がしきい値よりも小さければ、その位置には対象物が存在しないと判定して以後の処理を打ち切る。一方、分散値の和がしきい値よりも大きければ、

\* ラミングデータを用いるテンプレートマッチング法では、まず、サーチ画像が入力される(ステップST41)。次に作業対象領域が設定されている場合にはその部分の切り出しが行われる(ステップST42)。次に、その領域内において、まず最適テンプレートデータをロードし、その最適テンプレートデータを用いて次の式(8)で相関値を計算し、しきい値以上の部分を残す(ステップST43)。

【0081】

【数4】

※ 4中のテンプレート画像との相関値を演算する相関値計算部であり、58はこの相関値計算部57にて求められた相関値を判定する相関値判定部である。59は分散値判定部56と相関値判定部58の判定結果に基づく認識結果の記録を行う認識結果記録部である。なお、他の部分には図1の相当部分と同一符号を付してその説明を省略する。

【0085】次に動作について説明する。ここで、図16はこの実施例6による処理の流れを示すフローチャートである。ユーザは予めテンプレートデータ54を生成しておく、このテンプレートデータ54には前述のように、テンプレート画像、テンプレート画像の分散値、相関値のしきい値、サーチ領域の範囲(スタート座標、画像サイズ)、サーチ時の照明状態パラメータなどが含まれている。処理が開始されると、まずテンプレートデータ54のロードが行われ(ステップST51)、次いでサーチ領域を撮像した入力画像が画像メモリ53に格納される(ステップST52)。次に、その入力画像に対してテンプレートデータ54内のテンプレート画像の大きさと同じ領域内の分散値の和が、分散値計算部55において次の式(9)にて計算される(ステップST53)。

【0086】

【数5】

... (9)

その位置を対象物認識位置の候補として残し、最終的な正確な位置は、相関値計算部57にてテンプレートマッチングによる相関値を計算し(ステップST55)、その相関値をしきい値と比較して(ステップST56)決定し、その結果を認識結果記録部59にて記録する(ステップST57)。

【0089】なお、前記分散値のしきい値は、照明の変

動や対象物40の色あいの変動具合などの検査時の状況をユーザにパラメータとして入力させて、それに応じて決定する。すなわち、照明条件の変動が大きい時には、テンプレート画像の分散値とサーチ画像の分散値は大きく異なり、逆に照明条件が安定しているときには、近い値をとる。このことを利用して、ユーザには照明状態パラメータとして、照明条件が安定しているときにはテンプレート画像の分散値よりもサーチ画像の分散値が大きな場合のみ候補として残す。また、照明条件が不安定なときや外乱の影響を受けやすいときには、テンプレート画像の数分の一、たとえば、 $1/5$ をしきい値として、その値よりサーチ画像の分散値が大きいときには候補として残し、最終的な判断は従来から用いられている相関値によって判断する。

【0090】実施例7. 次に、この発明の実施例7を図について説明する。図17は請求項7に記載した発明の一実施例を示す構成図で、相当部分には図15と同一符号を付してその説明を省略する。図において、60は相関値計算部57によって求められ、相関値判定部58にてしきい値と比較されて候補として残された相関値につ

いて、ピークの位置および値の推定を行うピーク推定部である。

【0091】次に動作について説明する。ここで、図18はこの実施例7による処理の流れを示すフローチャートであり、図19はこの実施例7によるピーク推定の原理をイメージ的に示した説明図である。この場合も、ユーザは予めテンプレートデータ54を生成しておく。このテンプレートデータ54にはテンプレート画像、相関値のしきい値、サーチ領域の範囲スタート座標、画像サイズなどが含まれている。処理が開始されると、実施例6の場合と同様にしてテンプレートデータがロードされ（ステップST61）、サーチ領域を撮像した入力画像が画像メモリ53に入力される（ステップST62）。次に、その入力画像に対して数画素ごとに、テンプレートデータ54内のテンプレート画像との相関値が相関値計算部57で計算され（ステップST63）、その極大値を検出して（ステップST64）しきい値との比較を相関値判定部58において行う（ステップST65）。比較の結果その座標での相関値が周辺の相関値よりも高いとき、その近傍に真のピークが存在する可能性がある

と判断して、それを対象物認識位置の候補として残す（ステップST66）。全サーチ領域について処理が終了すると、ピーク推定部60は周辺の相関値と座標とを求め（ステップST67）、得られた周辺の相関値と座標およびそれ自身の座標と相関値から、ピークの位置と値を推定する（ステップST68）。

【0092】このピークの推定はX軸、Y軸ごとに行なう。X軸について図中19に基づいて説明する。今、ある座標（図19ではs0）ではその左右の相関値よりも高いのでs0はピークの近くにあるとする。次にs\_m

inus1とs\_plus1を比較してs\_minus1の方が大きいので、s\_minus2を求め、その4点の座標と相関値からピークを推定する。Y軸方向についても同様に推定する。推定の結果、ピークの推定座標が範囲を越えたり、ピークの相関値が負になったときは推定不可なピークなので候補から外し（ステップST69）、適当なもののみを認識結果記録部59にて記録する（ステップST70）。

【0093】なお、上記実施例では2直線の交点からピーク推定を行なったが、近傍3点または4点の相関値を用いてラグランジェ補間法で2次または3次の曲線当てはめを行ない、ピークを求めるようにしてもよい。

【0094】実施例8. 次に、この発明の実施例8を図について説明する。図20は請求項8に記載した発明の一実施例を示す構成図で、相当部分には図17と同一符号を付してその説明を省略する。図において、61は相関値計算部57が画像入力部41より入力されたサーチ画像とテンプレートデータ54中のテンプレート画像より計算した相関値のスコアマップを、2次元平面の平行移動と回転の3次元空間内において生成する3次元スコアマップ生成部である。また、62はこの3次元スコアマップ生成部61にて生成されたスコアマップにおけるピークの探索を行うピーク探索部である。

【0095】次に動作について説明する。ここで、図21はこの実施例8による処理の流れを示すフローチャートであり、図22はこの実施例8による3次元スコアマップ生成の処理をイメージ的に示した説明図である。ここでもユーザは予めテンプレートデータ54を生成しておく。このとき回転させたテンプレート画像を生成しても良いし、サーチ画像を入力したときにサーチ画像を回転させても同じ効果が得られる。この実施例8では、サーチ画像を回転させている。なお、テンプレートデータ54にはテンプレート画像、相関値のしきい値、サーチ領域の範囲などが含まれている。

【0096】テンプレートデータ54をロードし（ステップST71）、サーチ画像を入力して（ステップST72）、さきほどのテンプレートデータ54内のテンプレート画像との相関値を相関値計算部57において算出し（ステップST74）、回転角0度のときのX、Y面にその相関値を3次元スコアマップ生成部61にて記録する（ステップST75）。次に画像を回転させ（ステップST73）、その回転テンプレートのうちの1つをテンプレートとして同様に相関値を求め（ステップST74）、その角度のX、Y面にスコアを記録する（ステップST75）。全ての回転テンプレートについて同様の処理を行ない、3次元スコアマップを生成する。

【0097】次に、ピーク探索部62によって3次元スコアマップが探索され、求められたピークが対象物40の位置として出力される。このピーク探索する方法としては、（1）全点を比較する方法、（2）中心から始ま

10

20

30

40

50

って随時現在地よりスコアの高いところへ移動し移動しなくなったらその位置をピークとする山登り法、などがある。この実施例8のフローチャートでは山登り法によるピーク探索を行なっている。即ち、サーチ領域の中心をピーク中心と仮定し（ステップST76）、この仮のピーク中心における相関値を、X、Yおよび回転Rを少しずつずらせた位置における相関値と比較する（ステップST77）。その結果、当該仮のピーク中心の相関値より大きな相関値を有する位置が検出されると（ステップST78）、その位置を仮のピーク中心に変更した後（ステップST79）、処理をステップST77に戻して前記処理を繰り返す。仮のピーク中心とされた位置の相関値が最も高くなったことが検出されると、その位置を真のピーク中心として（ステップST80）処理を終了する。

【0098】また上記実施例では、回転Rを固定してX、Yをずらしながら3次元スコアマップを生成しているが、X、Yを固定して回転Rを徐々に変化させ、全ての回転Rについての相関値が得られてからX、Yを少しずつずらす方法もある。

【0099】実施例9. 次に、この発明の実施例9を図について説明する。図23は請求項9に記載した発明の一実施例を示す構成図で、相当部分には図20と同一符号を付してその説明を省略する。図において、63は回転粗サーチに用いられる回転粗テンプレートデータ、64は部分テンプレートサーチに用いられる部分テンプレートデータであり、これら回転粗テンプレートデータ63および部分テンプレートデータ64はテンプレートデータ54中に含まれている。65は対象物40の大まかな姿勢を求めてサーチ領域の絞り込みを行うための回転粗サーチを、その回転粗テンプレートデータ63を用いて実行する回転粗サーチ部、66はこの回転粗サーチ部65によって絞り込まれたサーチ領域について、前記部分テンプレートデータ64を用いて部分テンプレートサーチを実行する部分テンプレートサーチ部であり、67はこの部分テンプレートサーチ部66のサーチ結果に基づいて対象物40の姿勢を求める姿勢演算部である。

【0100】次に動作について説明する。ここで、図24はこの実施例9による処理の流れを示すフローチャートであり、図25はこの実施例9による画像処理の過程をイメージ的に示した説明図である。この場合においてもユーザは予めテンプレートデータ54を生成しておく。このテンプレートデータ54としては標準テンプレート画像をもとに2種類作られる。ひとつは回転粗サーチのための回転粗テンプレートデータ63と呼ぶデータである。これは標準テンプレート画像を数分の1、例えば1/4に縮退した画像をさらに所定の角度おき、たとえば20度ごとに回転させた画像である。もうひとつは、部分テンプレートデータ64と呼ぶデータである。これは回転のないときの標準テンプレート画像の一部を

テンプレート画像にしたもので、対象物40の特徴的な部分の小さな領域を選ぶ。この部分テンプレートデータ64は対象物40のいろいろな箇所について複数個予め作成しておき、部分テンプレートデータ64同士の位置関係を保存しておく。

【0101】認識処理が開始されると回転粗テンプレートデータをロードし（ステップST81）、サーチ画像を入力する（ステップST82）。次に回転粗テンプレートデータ63を用いて回転粗サーチ部65で回転粗サーチを行い、対象物40の大まかな姿勢を求めてサーチ領域を絞り込み（ステップST83）、3次元スコア粗マップを作成、記録する（ステップST84）。次に、相関値の最も高い位置をピーク中心と仮定するとともに（ステップST85）、部分テンプレートデータ64のロードを行う（ステップST86）。次に、部分テンプレートサーチ部66において、それぞれの部分テンプレートデータ64とサーチ画像の相関値を計算し（ステップST87）、最も一致した座標を記録しておく（ステップST88）。すべての部分テンプレートデータ64について同様に位置を求めた後、姿勢演算部64で部分テンプレートの認識位置関係を計算し（ステップST89）、それらの位置関係と予め保存している回転なしのときの位置関係とを比較することによって、サーチ画像における対象物40の姿勢を求める（ステップST90）。

【0102】実施例10. 次に、この発明の実施例10を図について説明する。図26は請求項10に記載した発明の一実施例を示す構成図であり、図において、68は画像入力部41によって入力されたテンプレート画像より切り出された領域に対する標準テンプレート画像を生成するテンプレート生成部であり、69はこのテンプレート生成部68にて生成された標準テンプレート画像である。70はこの標準テンプレート画像69の大きさに基づいて、対象物の大まかな姿勢を求めてサーチ領域を絞り込むための回転粗サーチのサーチ精度を決定する粗サーチ精度決定部であり、71はこの粗サーチ精度決定部70にて決定されたサーチ精度に基づいて生成された回転粗テンプレートデータである。

【0103】次に動作について説明する。ここで、図27はこの実施例10による処理の流れを示すフローチャートであり、図28はこの実施例10によるテンプレート生成の過程をイメージ的に示した説明図である。回転粗テンプレートマッチングを用いた認識を行なう場合、実施例9のように回転精度の粗サーチを行なった後、精度の高いサーチを行なう。この粗いサーチに用いる回転粗テンプレートデータ71の生成、および、粗サーチの精度は粗サーチ精度決定部70において決定され、自動的に回転粗テンプレートデータ71が生成される。

【0104】また、画像入力部41よりテンプレート画像が入力され（ステップST91）、ユーザによって所



定の領域が切り出されて(ステップST92)、その領域に対する標準テンプレート画像69の生成がテンプレート生成部68にて行われる(ステップST93)。次に、粗サーチ精度決定部70ではその標準テンプレート画像69のサイズに応じて回転角度の変化率( $\delta$ )を決定する。すなわち、標準テンプレート画像69のサイズが大きいときには $\delta$ を小さくし、標準テンプレート画像69のサイズが小さいときには大きくとる。このようにして自動的に粗サーチの精度を決定し(ステップST94)、回転粗テンプレートデータ71を生成する(ステップST95)。なお、これは回転精度だけでなく、XY平面における粗サーチの精度を決定するときにも同様の処理で自動的に決定できる。

【0105】実施例11. 次に、この発明の実施例11を図について説明する。図29は請求項11に記載した発明の一実施例を示す構成図で、相当部分には図23と同一符号を付してその説明を省略する。図において、72は回転粗サーチ部65による、サーチ領域を絞り込むための回転粗サーチのサーチ結果が記録される複数の2次元スコアマップである。73はこれら2次元スコアマップ72のそれぞれのピークを中心として周囲を精サーチし、ピークの決定を行うピーク検出部である。

【0106】次に動作について説明する。ここで、図30はこの実施例11による処理の流れを示すフローチャートであり、図31はこの実施例11による2次元スコアマップをイメージ的に示した説明図である。ここでもユーザは予め回転粗テンプレートデータ63を生成しておく。なお、この回転粗テンプレートデータ63にはテンプレート画像、相関値のしきい値、サーチ領域の範囲などが含まれている。

【0107】まずサーチ画像を入力し(ステップST101)、回転粗テンプレートデータ63をロードして(ステップST102)、その中のテンプレート画像との相関値を求め(ステップST103)、それを回転角0度のときの2次元スコアマップ72に記録する(ステップST104)。以下同様にして、回転角0度のテンプレート画像とサーチ画像との相関値をX、Yを少しずつずらしながら計算して2次元スコアマップ72に記録する。次に2次元スコアマップ72を探索しピークを求めて、対象物の位置として出力する。ピーク探索する方法としては、(1)全点を比較する方法、(2)中心から始めて随時現在地よりスコアの高いところへ移動し移動しなくなったらその位置をピークとする山登り法、などがある。全ての回転粗テンプレートデータ63について同様の処理を行ない、複数の2次元スコアマップ72を生成し、ピーク位置を記録しておく。

【0108】次に、それぞれの2次元スコアマップ72のピークを中心として周囲を精サーチして(ステップST105)、ピークを決定し(ステップST106)、その座標と相関値を記録する(ステップST108)。

全ての粗角度の2次元スコアマップ72について同様にピークを求め、その中で最高値をとるピークを求めて(ステップST107)、対象物の位置として出力する(ステップST109)。

【0109】実施例12. 次に、この発明の実施例12を図について説明する。図32は請求項12に記載した発明の一実施例を示す構成図で、相当部分には図29と同一符号を付してその説明を省略する。図において、74は画像入力部41より入力されたサーチ画像に空間バンドパスフィルタを作用させるフィルタリング手段であり、75は回転粗テンプレートデータ63中のテンプレート画像に空間バンドパスフィルタを作用させるフィルタリング手段である。なお、この実施例では空間バンドパスフィルタとして、ディファレンス・オブ・ガウシアン・フィルタ(Difference of Gaussian filter; 以下、DOGフィルタという)を用いたものを示している。また、76および77はこれら各フィルタリング手段74あるいは75の出力に対して、2種類のしきい値を用いたしきい値処理を行って3値画像を得る3値化手段であり、78はこれら3値化手段76および77の出力する3値画像をもとに画像の類似度を算出する類似度計算手段である。回転粗サーチ部65はこれらフィルタリング手段74および75と、3値化手段76および77と、類似度計算手段78とを備えた構成となっている。

【0110】次に動作について説明する。ここで、図33はこの実施例12による処理の流れを示すフローチャートであり、図34はこの実施例12による画像処理の過程をイメージ的に示した説明図、図35は類似度を説明するための説明図である。ここでもユーザは予め回転粗テンプレートデータ63を生成しておく。なお、この回転粗テンプレートデータ63にはテンプレート画像、相関値のしきい値、サーチ領域の範囲などが含まれている。

【0111】まず、3値化手段76、77による3値画像の生成の原理について簡単に説明する。図34に、3値画像の生成の様子を、1次元画像信号を例にして示している。詳細については特願平4-246319号の明細書および図面などで述べられているので、ここでは概要を説明する。図34(a)は原画像の信号波形である。これにDOGフィルタを畳み込んで同図(b)の波形を得る。ここで、DOGフィルタは $\nabla^2 g$ フィルタの近似表現として使用されている。即ち、原画像は一旦DOGフィルタにより周波数の高い成分が一掃され、さらに2次導関数が求められているのである。図34(b)においては、原画像中の濃淡パターンの変化率が大きい部分ほど値が大きくなっている。変化率の大きい部分とは、たとえば物体の輪郭部分である。図34(c)は同図(b)の信号波形を $+\delta$ 、 $-\delta$ の2つのしきい値でしきい値処理し、3値化した様子を示している。 $+1$ およ

び-1にコーディングされている部分は、変化率の大きい部分、即ち物体の輪郭に近い部分を表しており、0にコーディングされている部分は、画像背景のような様な明るさの部分を表している。これら3種類の画素またはその塊を、それぞれ正領域、負領域、0領域と呼ぶことにする。

【0112】これらのDOGフィルタを作用させて3値化する処理をサーチ画像に対して行なうと同時に(ステップST110、ST111)テンプレート画像に対しても行ない(ステップST112、113)、3値画像同士で類似度を計算する(ステップST114)。この類似度は例えば図35のように定義しておく。即ち、原画像とテンプレート画像の画素値が同一であれば類似度1、前記両画素値の一方が1で他方が-1であれば類似度-1、その他類似度0とする。類似度を計算した後、回転角0度のときのスコアマップにスコアを記録する。以下、実施例11の場合と同様に、回転角0度のテンプレート画像とサーチ画像との相関値をx、yを少しずらしながら計算して2次元スコアマップ72に記録し、全ての回転粗テンプレート63について同様の処理を行なって複数の2次元スコアマップ72を生成し、ピーク位置を記録しておく。次に、それぞれの2次元スコアマップ72のピークを中心として周囲を精サーチし、ピークを決定し、その座標と相関値を記録して、全ての粗角度の2次元スコアマップ72について同様にピークを求め、その中で最高値をとるピークを求めて対象物の位置として出力する。

【0113】実施例13。次に、この発明の実施例13を図について説明する。図36は請求項13に記載した発明の一実施例を示す構成図である。図において、80は画像入力部より入力された原画像であり、81はこの原画像80に予めよく似た属性の部分領域に分割するセグメント化部である。82は前記原画像80とセグメント化部81によって分割されたセグメントの画像の表示を行う画像表示部であり、83はユーザがこの画像表示部82の表示を参照してテンプレート画像として選択したいセグメントを指定する情報の入力を行う入力装置である。84はこの入力装置83より入力された情報によって指定されたセグメントに外接する外接長方形を生成する外接長方形生成部であり、85は原画像80よりこの外接長方形生成部84の生成した外接長方形で囲まれた領域を切り出す画像切出部、86はこの画像切出部85によって切り出された画像をテンプレート画像として登録するパターン登録部である。

【0114】次に動作について説明する。ここで、図37はこの実施例13による処理の流れを示すフローチャートであり、図38はこの実施例13による画像処理の過程をイメージ的に示した説明図である。このように構成された画像処理装置を用いたテンプレートパターン登録を次のように行われる。ユーザは登録したい対象物

をカメラなどの画像入力部を用いて撮像する(ステップST121)。入力された原画像80は一旦画像メモリに格納される。次にこの原画像80をセグメント化部81によって領域分けする(ステップST122)。領域分けはさまざまな方法で行なえることが知られている。例えば、次のような方法がある。入力画像をあるしきい値で2値化して2値画像を生成し、ラベリングを行なうことによって領域分けできる。また、次のような方法もある。実施例12で述べたように入力画像にDOGフィルタをかけ、2つのしきい値でしきい値処理を行ない、3値画像を生成し、ラベリングすることによって領域分けする。なお、これら以外の手法を用いてセグメント化してもよい。

【0115】次にどのように領域分けされたかをユーザにわかるように画像表示部82に領域分けされた画像を表示する(ステップST123)。ユーザはそれを見て、自分が登録したい対象物の領域を選択し、マウスやキーボードなどの入力装置83を用いて入力する(ステップST124)。図38に示した例では対象物は全体がひとつの領域に入っており、ユーザもそのひとつの領域を選択するように描かれているが、対象物が2つ以上の領域に分けられているときなど、複数の領域を同時に選択することもできる。また、ユーザが選択しやすいように領域に番号をつけ番号を指定してもよいし、面積やコーナー数を一緒に表示してもよい。また、この実施例ではユーザが対象物の領域を選択するようになっているが、予めユーザが登録したい対象物の特徴、すなわち面積や形状の特徴などを入力しておき、それに最も近い領域を自動的に選択したり、ユーザに示すなどしてユーザのプログラミングを補助しても良い。

【0116】入力装置83から入力された情報によって原画像80中の対象物に対応したセグメントが選択され(ステップST125)、選択された領域が決定した後、そのセグメントに外接する外接長方形が外接長方形生成部84によって生成される(ステップST126)。なお、複数の領域が同時に選択された場合は、そのすべての領域を含む外接長方形を生成する。外接長方形は着目領域中すべての画素の位置のXの最小値、Yの最小値と、Xの最大値、Yの最大値の二点を対角とする長方形で、X軸に平行な辺とY軸に平行な辺とで構成される。最後に画像切出部85によって原画像80より、この外接長方形によって囲まれた領域の切り出しを行い(ステップST127)、パターン登録部86にてそれをテンプレート画像として登録する(ステップST128)。

【0117】実施例14。次に、この発明の実施例14を図について説明する。図39は請求項14に記載した発明の一実施例を示す構成図で、相当部分には図36と同一符号を付してその説明を省略する。図において、87は画像切出部85によって原画像80より切り出され



た画像を、テンプレートマッチングに使用する領域とそれには使用しない領域とに分け、テンプレートマッチングには使用されない領域にマスクを生成するマスク生成部である。

【0118】次に動作について説明する。ここで、図40はこの実施例14による処理の流れを示すフローチャートであり、図41はこの実施例14による画像処理の過程をイメージ的に示した説明図である。このように構成された画像処理装置を用いたテンプレートパターンの登録は次のように行われる。登録手順のうち、画像入力（ステップST121）から画像切り出し（ステップST127）までの手順は実施例13と同じやり方で行なうので、ここではその説明を省略する。ただし、実施例13のときのようにセグメントの外接長方形を切り出すもののみではなく、ユーザが自由に好きな形に指定した領域を切り出すようにしてもよい。

【0119】これらいずれかの方法で領域を切り出した後、マスク生成部87は切り出した領域をテンプレートマッチングに使用する領域と使用しない領域とに自動的に分ける。この領域分けは実施例13で行なったような領域分けの方法がある。また、実施例13のようにテンプレート領域を決定するときに、原画像80の全体を領域分けしてから、ユーザが領域を選択することによって、テンプレート領域を決定した場合、すでに対象物の領域は既知であるので、対象物の領域はテンプレートとして使用する領域とし、その他の領域、主に背景であることが多い領域は使用しない領域とわけることができる。この使用しない領域はマスク領域としてマスクを生成し（ステップST129）、マスク領域の画像データはテンプレートマッチング動作時に参照しないようにテンプレートデータに記録しておく（ステップST130）。なお、テンプレートマッチングを実行するときには、マッチングに使用する領域のみを使用してサーチを行なう。

【0120】実施例15。次に、この発明の実施例15を図について説明する。図42は請求項15に記載した発明の一実施例を示す構成図である。図において、90は画像入力部41より入力されたサーチ画像を縮小する画像縮小部、91はこの画像縮小部90にて縮小された画像と画像入力部41からの縮小されていない画像とを切り替える切替部であり、92はこの切替部91より出力される画像に空間バンドパスフィルタを作用させるフィルタリング部である。このフィルタリング部92でも実施例12の場合と同様に、空間バンドパスフィルタとしてDOGフィルタが用いられている。93はこのフィルタリング部92の出力に対して2種類のしきい値を用いたしきい値処理を行って、3値表現された多重解像度のシーン表現である3値画像を得る3値化部であり、94はこの3値化部93でしきい値処理に用いる2種類のしきい値の最適値を決定する最適しきい値決定部であ

る。

【0121】また、95はこの3値化部93の出力する3値画像と3値表現された2次元テンプレート画像との間でテンプレートマッチングを行って近似的な相互相関の演算を行って、得られた相関値に基づいて最良の重ね合わせが得られる位置を算出する3値テンプレートマッチング部である。96は記憶されているテンプレートデータの中から予め選び出した着目画素について、重ね合わせた入力画像のフィルタリング部92の出力中の対応する画素を参照して、その画素がそのテンプレートデータに保存されている要件を満たしているか否かを判定する適合度判定部である。97はこの適合度判定部96において前記要件を満たしていると判定された画素の集まりから、入力画像の小数点以下の位置ずれ量を計算する位置ずれ量算出部であり、98はこの位置ずれ量算出部97の算出した小数点以下の位置ずれ量を前記テンプレートデータに保存されている小数点以下の位置ずれ量と比較して最終位置合わせ結果を得る演算部である。

【0122】次に動作について説明する。ここで、図43はこの実施例15によるテンプレート生成処理の流れを示すフローチャート、図44はその小数点以下位置ずれ量の計算方法を示す説明図、図45はこの実施例15による画像処理の流れを示すフローチャート、図46はその画像処理の過程をイメージ的に示した説明図である。

【0123】まず、図43に従ってテンプレートデータの生成について説明する。ユーザは対象物を撮像して入力し、テンプレート領域としての対象物の部分を切り出すように操作する（ステップST131）。切り出された画像はフィルタリング部92において、自動的にDOGフィルタでフィルタリングされてフィルタリング画像を生成する（ステップST132）。3値化部93はこのフィルタリング画像を2つのしきい値で3値化し、3値画像を生成する（ステップST133）。この3値画像はテンプレート画像として保存する（ステップST134）。一方、その3値画像の中で正領域と負領域が隣あっている位置をいくつか選びだし（ステップST135）、着目点としてその座標と属性をテンプレートデータとして保存する（ステップST136）。ここで、この属性とは正領域と負領域の位置関係のことで、正領域の右に負領域がある組合せ、反対の位置関係にある組合せ、上下関係にある組合せなどがある。場合によっては、右上、右下、左上、左下というような斜め方向の属性を含んでもよいが、ここでは簡単に説明するため、上下左右の位置関係のみを扱う。

【0124】次に各着目点における小数点以下の位置ずれ量を計算する（ステップST137）。この計算方法を図44を用いて説明する。この位置ずれ量計算は3値化する前のフィルタリング画像を用いて行なう。着目点

もとに、その2点を結んだグラフが0点、すなわち、X軸と交差する位置のX座標を計算で求める。ここでは、2点間は線形であると仮定して、計算しているが、その他の補間手法を用いても良い。算出された小数点以下の位置ずれ量はテンプレートデータとして保存される(ステップST138)。このようにして、テンプレートデータには3値画像によるテンプレート画像、着目点の座標と属性、小数点以下の位置ずれ量の標準値などが保存される。

【0125】次にサーチ手順を図45に従って説明する。まず、画像入力部41よりサーチ画像を入力し(ステップST141)、そのサーチ画像をデジタル化してフィルタリング部92に送り、DOGフィルタを作用させ、フィルタリング画像を生成する(ステップST142)。そのフィルタリング画像を3値化部93に送り、二つのしきい値でしきい値処理して3値画像を得る(ステップST143)。このようにして得られた3値化された中間画像を3値テンプレートマッチング部95に送り、同様に作成してテンプレートデータとして記憶されているテンプレート画像との間で近似的な相互相関演算を行ない(ステップST144、ST145)、その相関値に基づいて最良の重ね合わせを得る位置を算出する(ステップST146)。

【0126】ついて適合度判定部96において、記憶されているテンプレートデータの中からあらかじめ選び出した着目画素について、サーチ画像のフィルタリング画像と重ね合わせを行い(ステップST147)、その画素の符号が一致するか否かをチェックする(ステップST148)。すなわち、着目点の位置において、テンプレート画像の正領域の位置にはサーチ画像の対応する点においても正領域の領域になっており、その組合せにおける負領域の位置にはサーチ画像でも負領域が存在するというように+-の組合せでどちらでも一致する場合、その着目点は採用するものと判定して位置ずれ量算出部97に送る。位置ずれ量算出部97はこの採用すると判定された着目点について小数点以下の位置ずれ量を計算する(ステップST150)。この小数点以下の位置ずれ量の計算方法はテンプレートデータ生成のときと同様に、フィルタリング画像の正負のそれぞれの値から0を通る位置を推定する方法である。小数点以下の位置ずれ量はX、Yの方向別に加算されて記録され(ステップST151)、そのときデータ数もインクリメントする(ステップST149)。さきほどの着目点での+-が一致しなかった着目点については、そのデータは使わずに捨てる。

【0127】すべての着目点について上記小数点以下の位置ずれ量の処理が行われた後、演算部98は方向別にそれらの平均を求め、これをサーチ画像の小数点以下の位置ずれ量とする(ステップST152)。次に、それをテンプレートとして記憶されている固有の位置ずれ量

と比較し、その差と3値画像の近似的相互相関のピークで求めた対象物の位置とを加算して、その位置を対象物の正確な位置とする(ステップST153)。

【0128】実施例16. 次に、この発明の実施例16を図について説明する。図47は請求項16に記載した発明の一実施例を示す構成図である。図において、99は画像入力部から入力された原画像80よりユーザの指定する指定領域を切り出す第1画像切出部であり、100はこの第1画像切出部99の切り出した画像が一旦登録されるパターン登録部である。101は原画像80を回転および平行移動させる回転/平行移動部であり、102はこの回転/平行移動部101にて回転あるいは平行移動された原画像80より前記指定画像と同一の大きさの領域を切り出す第2画像切出部である。103はこの第2画像切出部102によって切り出された領域の画像と前記指定領域の画像との類似度を評価する類似度評価部であり、104はこの類似度評価部103の評価結果に基づいて、パターン登録部100に登録されている指定領域の画像がテンプレート画像として適切であるか否かを判定する判定部である。

【0129】次に動作について説明する。ここで、図48はこの実施例16による処理の流れを示すフローチャートであり、図49はこの実施例16による画像処理の過程をイメージ的に示した説明図、図50はテンプレート画像の回転を示す説明図である。なお、この実施例16はテンプレートを登録する方法に関するものである。

【0130】ユーザは登録したい対象物をカメラで撮像して原画像80として入力し、その原画像80の中で自分が登録したい領域を第1画像切出部99に指示してそれを切りとり、テンプレートとしてパターン登録部100に一旦登録する(ステップST161)。なお、このテンプレートを仮テンプレートと呼ぶ。次に、類似度評価部103はこの仮テンプレートを用いて、回転/平行移動部101および第2画像切出部102によって領域の開始点や姿勢をずらしながら切り出されてくる領域の画像と、この仮テンプレートとの相互相関値を求め(ステップST162)、スコアマップを生成する(ステップST163)。

【0131】次に判定部104によってマップ形状の解析を行なう(ステップST164)。このマップ形状の解析は図49に示すように行われる。即ち、真の対象物の位置にマップ上でピークがあらわれるか、同じようなピークが複数個でないか、ノイズに埋もれないか、などの安定性のチェック(ステップST165)やユニークネスのチェック(ステップST166)である。もし、同じ画像に対象物とおなじようなパターンが複数個あり、ピークがいくつもあらわれるような場合にはユーザに警告を発する(ステップST167)。ユーザが画面中に複数個の対象物を撮像しているためにピークが複数ある場合は正しい認識を行なっていると判断できるの

で、このテンプレートの本登録する(ステップST168)。しかし、ユーザが意図しないでピークが現れる場合は、テンプレート画像そのものがテンプレートマッチングに適していないとして、別のアルゴリズムによる認識を行なうか、テンプレートの形状を変えるようにアドバイスする。また、対象物の背景が複雑で真のピークがノイズに埋もれてしまう場合は、テンプレートマッチングに向いていないとして、再度登録しなおすように指示する(ステップST169)。

【0132】また、テンプレート画像自身を回転させたり、X、Y方向にずらしたときの画像とものとテンプレート画像との相互相関や特徴量空間を比較し、類似していると判断された場合はユーザに警告する。例えば、図50の右のテンプレート(例2)では、0°のテンプレート画像と180°回転させたときのテンプレート画像は似ているので、この対象物は180°ごとに回転を区別できないことをユーザに知らせる。

【0133】実施例17. 次に、この発明の実施例17を図について説明する。図51は請求項17に記載した発明の一実施例を示す構成図である。図において、105は長方形の幅が直径となる円テンプレート画像であり、106は入力された原画像80とこの円テンプレート画像105との相関値を求める相関演算部である。107はこの相関演算部106によって求められた相関値をしきい値と比較して、対象物が存在するか否かの判定を行う相関値判定部であり、108はその判定結果が表示される結果表示部である。

【0134】次に動作について説明する。ここで、図52はこの実施例17による処理の流れを示すフローチャートであり、図53は実施例17による画像処理の過程をイメージ的に示した説明図、図54は3値画像による画像処理の過程をイメージ的に示した説明図である。この実施例17は、対象物の姿勢が未知で、対象物の形状が細長い長方形やコーナーを含んでいるような形状の対象物を認識するような画像処理装置において、長方形の幅が直径になるような円テンプレート画像と、サーチ画像との相関値を求めて、対象物の存在を認識するものである。

【0135】予め対象物の大きさにあわせた円テンプレート画像105を生成しておく。この円テンプレート画像105の生成方法は、まず対象物の先端の大きさを計測し、その大きさが直径になるような円画像を生成する。3値画像の場合、ユーザは直径(または半径)を指定すると、その大きさにあった3値画像の円を自動的に形成することができる。これは対象物の画像を加工しても良いし、描画ツールで1点ずつ画像値を指定して作ることもできる。

【0136】このような円テンプレート画像105を用いた対象物の存在認識について次に説明する。画像入力部で撮像された画像を入力し(ステップST171)、

入力された原画像80の各座標と前記円テンプレート画像105の相関値を相関演算部106で計算する(ステップST172)。相関値判定部107はこの相関演算部106によって算出された相関値を所定のしきい値と比較し(ステップST173)、しきい値より大きな位置を対象物が存在する位置として記録する(ステップST174)。なお、相関値がしきい値より小さかった位置のデータは使わずにそのまま捨てる。X、Yについての処理が終了すると、結果を結果表示部108に表示する(ステップST175)。

【0137】

【発明の効果】以上のように、請求項1に記載の発明によれば、テンプレート画像の中でも特徴のある部分だけを抽出してテンプレートを生成するように構成したので、テンプレート画像を圧縮した高速なテンプレートマッチングが可能となり、精度の高い対象物の認識が行えるという効果がある。

【0138】また、請求項2に記載の発明によれば、インタレストオペレータによる特徴点抽出を行ない、テンプレート画像の中でも特徴のある部分だけを抽出してテンプレートを生成するように構成したので、テンプレート画像を圧縮した高速なテンプレートマッチングが可能となり、精度の高い対象物の認識が行えるという効果がある。

【0139】また、請求項3に記載の発明によれば、2値化処理を行ない、ラベリング処理を行ない、図形の輪郭線を抽出し、テンプレート画像の中でも特徴のある輪郭部分だけを抽出してテンプレートを生成するように構成したので、テンプレート画像を圧縮した高速なテンプレートマッチングが可能となり、精度の高い対象物の認識が行えるという効果がある。

【0140】また、請求項4に記載の発明によれば、微分処理を行ない、2値化処理を行ない、ラベリング処理を行ない、図形の輪郭線を抽出し、テンプレート画像の中でも特徴のある輪郭部分だけを抽出してテンプレートを生成するように構成したので、テンプレート画像を圧縮した高速なテンプレートマッチングが可能となり、精度の高い対象物の認識が行えるという効果がある。

【0141】また、請求項5に記載の発明によれば、ユーザによって入力装置から入力された座標を特徴点とし、テンプレート画像の中でも特徴のある部分だけを抽出してテンプレートを生成するように構成したので、テンプレート画像を圧縮した高速なテンプレートマッチングが可能となり、精度の高い対象物の認識が行えるという効果がある。

【0142】また、請求項6に記載の発明によれば、サーチ領域を撮像した入力画像に対してテンプレートの大きさと同じ領域内の分散値の和を計算して対象物の存在を判定するように構成したので、その値から対象物が存在する候補点を絞り込むことが可能となり、全ての領域

10

20

30

40

50

の相関値を計算しなくてもよくなるので、処理の時間を短縮できるという効果があり、特に背景が一樣で対象物だけが設置してあるサーチ画像でのサーチ時間を大きく短縮することができ、さらに分散値によって対象物が存在しない位置を検出するので、信頼性の高い認識が行なえるという効果がある。

【0143】また、請求項7に記載の発明によれば、周辺の画素との相関値の比較によってピークの推定を行うように構成したので、サーチ領域の全点の相関値を求めなくても真のピークを求めることが可能となって処理時間が短縮でき、また、計算上でピークを求めるのでサブピクセルの精度で位置検出を行うことができ、認識精度が向上するという効果がある。

【0144】また、請求項8に記載の発明によれば、3次元スコアマップを生成し、当該スコアマップの探索によってピークを求めるように構成したので、高速に位置や姿勢の計測が行える効果がある。

【0145】また、請求項9に記載の発明によれば、回転粗サーチによって対象物の大まかな姿勢を求めてサーチ領域を絞り込み、絞り込まれたサーチ領域に対して部分テンプレートサーチを行って正確な位置を求めるように構成したので、回転テンプレートを数度ごとに持てばよくなり、資源が節約でき、処理時間も短縮できる効果がある。

【0146】また、請求項10に記載の発明によれば、最適な回転粗サーチの角度を自動的に設定するように構成したので、認識の信頼性が向上し、また、作業者が試行錯誤でパラメータ調整する必要がなくなって、作業時間も短縮できるという効果がある。

【0147】また、請求項11に記載の発明によれば、回転粗サーチによって2次元のスコアマップを生成し、それを精サーチして正確な位置を求めるように構成したので、回転粗テンプレートを数度ごとに持てば済むため資源が節約でき、また、処理時間も短縮できるという効果がある。

【0148】また、請求項12に記載の発明によれば、空間バンドパスフィルタを作用させて2種類のしきい値で3値化した3値画像を用いて類似度を決定するように構成したのでシェーディングやコントラストの変動に強く、しかも高速に処理できるという効果がある。

【0149】また、請求項13に記載の発明によれば、ユーザの指定したセグメントに外接する長方形で囲まれた領域の画像をテンプレート画像とするように構成したので、パターンマッチングの原理を熟知していないユーザでも、少ない操作で適切な基準パターンを選ぶことができるという効果がある。

【0150】また、請求項14に記載の発明によれば、テンプレートマッチングに使用しない領域に対してマスクを生成するように構成したので、登録した矩形パターンの面積に比べて認識対象物体が小さい場合でも信頼性

の高いマッチングが可能になるという効果がある。

【0151】また、請求項15に記載の発明によれば、着目画素がテンプレートデータに保存されている要件を満たしているか否かを判定して、満たしている着目画素のみを採用し、採用画素の集まりから入力画像の小数点以下の位置ずれ量を計算するように構成したので、画素単位の位置合わせを高速に行うことができ、さらに画素の小数点以下の精度での位置合わせが可能になるという効果がある。

【0152】また、請求項16に記載の発明によれば、指定領域の画像と、開始点や姿勢をずらしながら切り出した領域の画像の類似度を評価し、その評価結果に基づいて指定領域のテンプレート画像として適当かを判定するように構成したので、パターンマッチングの原理を熟知していないユーザでも、適切な基準パターンを選ぶことができるという効果がある。

【0153】また、請求項17に記載の発明によれば、長方形の幅が直径となる円テンプレート画像とサーチ画像の相関値を求めるように構成したので、予め概略の位置や姿勢を知ることなしに位置検出を行うことが可能となり、処理時間を短縮することができ、また、回転角ごとのテンプレート画像を用意する必要もなくなって資源を節約できるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例1による画像処理装置を示す構成図である。

【図2】この発明の実施例2による画像処理装置を示す構成図である。

【図3】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】上記実施例における画像処理のイメージを示す説明図である。

【図5】この発明の実施例3による画像処理装置を示す構成図である。

【図6】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図7】上記実施例における画像処理のイメージを示す説明図である。

【図8】この発明の実施例4による画像処理装置を示す構成図である。

【図9】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図10】上記実施例における画像処理のイメージを示す説明図である。

【図11】この発明の実施例5による画像処理装置を示す構成図である。

【図12】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図13】上記実施例における画像処理のイメージを示す説明図である。

【図 14】上記実施例におけるテンプレートマッチング処理の流れを示すフローチャートである。

【図 15】この発明の実施例 6 による画像処理装置を示す構成図である。

【図 16】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図 17】この発明の実施例 7 による画像処理装置を示す構成図である。

【図 18】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図 19】上記実施例におけるピーク検出の原理を示す説明図である。

【図 20】この発明の実施例 8 による画像処理装置を示す構成図である。

【図 21】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図 22】上記実施例におけるデータ処理のイメージを示す説明図である。

【図 23】この発明の実施例 9 による画像処理装置を示す構成図である。

【図 24】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図 25】上記実施例におけるデータ処理のイメージを示す説明図である。

【図 26】この発明の実施例 10 による画像処理装置を示す構成図である。

【図 27】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図 28】上記実施例におけるデータ処理のイメージを示す説明図である。

【図 29】この発明の実施例 11 による画像処理装置を示す構成図である。

【図 30】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図 31】上記実施例におけるデータ処理のイメージを示す説明図である。

【図 32】この発明の実施例 12 による画像処理装置を示す構成図である。

【図 33】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図 34】上記実施例におけるデータ処理のイメージを示す説明図である。

【図 35】上記実施例における類似度を説明するための説明図である。

【図 36】この発明の実施例 13 による画像処理装置を示す構成図である。

【図 37】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図 38】上記実施例におけるデータ処理のイメージを示す説明図である。

【図 39】この発明の実施例 14 による画像処理装置を示す構成図である。

【図 40】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図 41】上記実施例におけるデータ処理のイメージを示す説明図である。

【図 42】この発明の実施例 15 による画像処理装置を示す構成図である。

10 【図 43】上記実施例におけるテンプレート生成処理の流れを示すフローチャートである。

【図 44】上記実施例における小数点以下の位置ずれ量の計算方法を示す説明図である。

【図 45】上記実施例における画像処理の流れを示すフローチャートである。

【図 46】上記実施例におけるデータ処理のイメージを示す説明図である。

【図 47】この発明の実施例 16 による画像処理装置を示す構成図である。

20 【図 48】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

【図 49】上記実施例におけるデータ処理のイメージを示す説明図である。

【図 50】上記実施例におけるテンプレート画像の回転を示す説明図である。

【図 51】この発明の実施例 17 による画像処理装置を示す構成図である。

【図 52】上記実施例における処理の流れを示すフローチャートである。

30 【図 53】上記実施例におけるデータ処理のイメージを示す説明図である。

【図 54】上記実施例における 3 値画像によるデータ処理のイメージを示す説明図である。

【図 55】従来の基本的なテンプレートマッチング方式を示す概念図である。

【図 56】従来の粗精サーチ法を示す概念図である。

【図 57】従来の粗精サーチによる高速化効果を示す説明図である。

【図 58】従来の画像処理装置によるテンプレートマッチング法を示す説明図である。

40 【図 59】従来の他の画像処理装置を示す構成図である。

【図 60】従来のさらに他の画像処理装置を示す構成図である。

【図 61】従来のさらに他の画像処理装置におけるピクセルの精度を求める方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

41 画像入力部

42 画像切出部

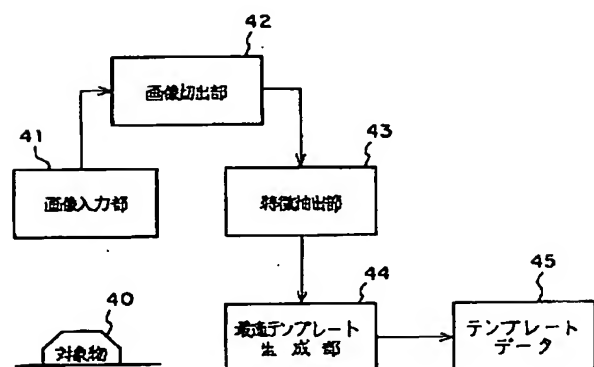
43 特徴抽出部

50 44 最適テンプレート生成部

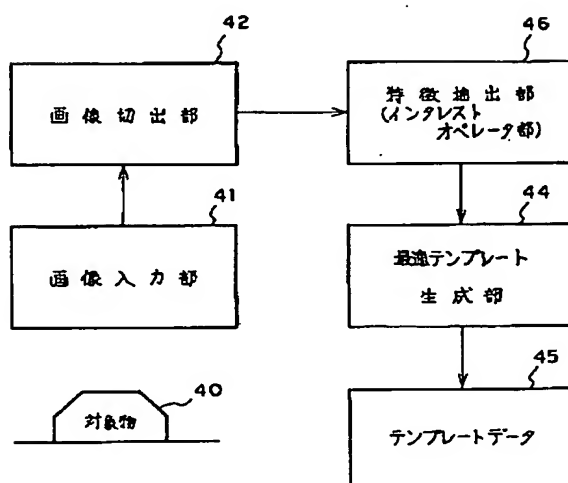
46 特徴抽出部（インタレストオペレータ部）  
 47 特徴抽出部（輪郭座標抽出部）  
 48 特徴抽出部（輪郭座標抽出部）  
 50 入力手段  
 51 抽出手段  
 52 特徴抽出部  
 54 テンプレートデータ  
 55 分散値計算部  
 56 分散値判定部  
 57 相関値計算部  
 60 ピーク推定部  
 61 3次元スコアマップ生成部  
 62 ピーク探索部  
 63 回転粗テンプレートデータ  
 64 部分テンプレートデータ  
 65 回転粗サーチ部  
 66 部分テンプレートサーチ部  
 67 姿勢演算部  
 69 標準テンプレート画像  
 70 粗サーチ精度決定部  
 72 2次元スコアマップ  
 73 ピーク検出部  
 74 フィルタリング手段

\* 75 フィルタリング手段  
 76 3値化手段  
 77 3値化手段  
 78 類似度計算手段  
 80 原画像  
 81 セグメント化部  
 82 画像表示部  
 83 入力装置  
 84 外接長方形生成部  
 10 85 画像切出部  
 86 パターン登録部  
 87 マスク生成部  
 92 フィルタリング部  
 93 3値化部  
 95 3値テンプレートマッチング部  
 96 適合度判定部  
 97 位置ずれ量算出部  
 98 演算部  
 103 類似度評価部  
 20 104 判定部  
 105 円テンプレート画像  
 106 相関演算部  
 \* 107 相関値判定部

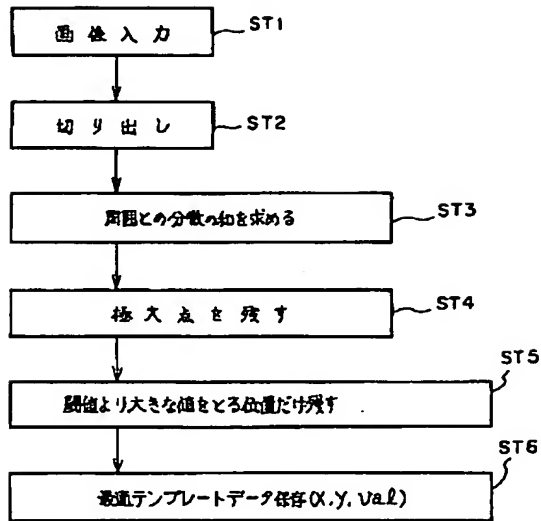
【図1】



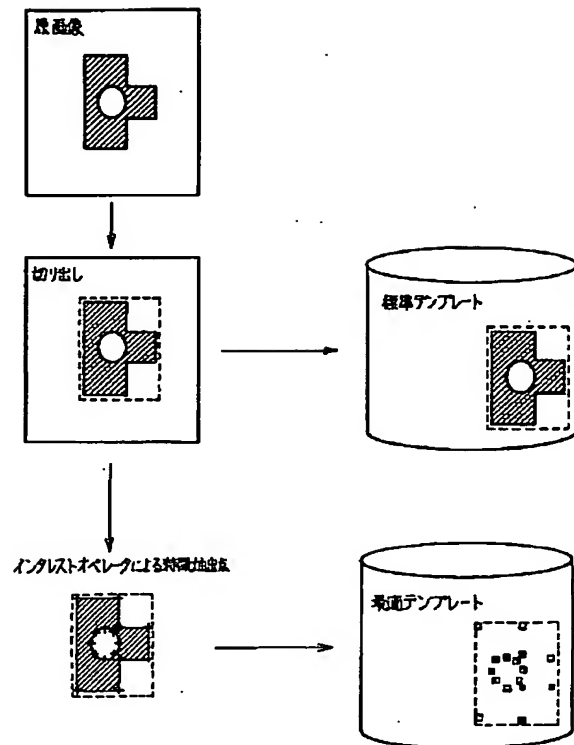
【図2】



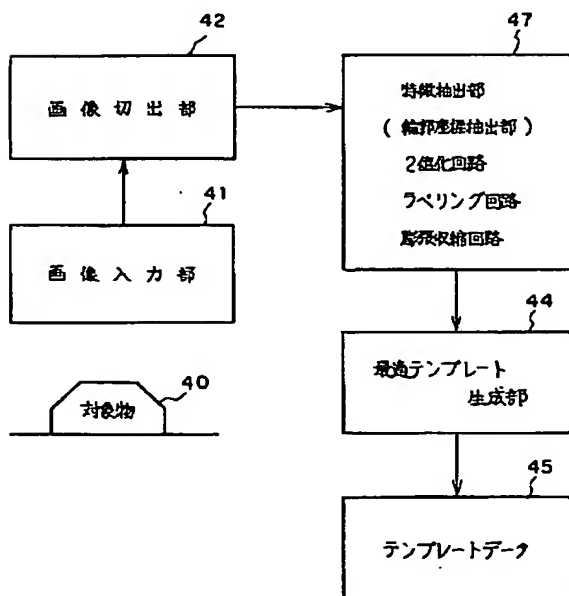
【図3】



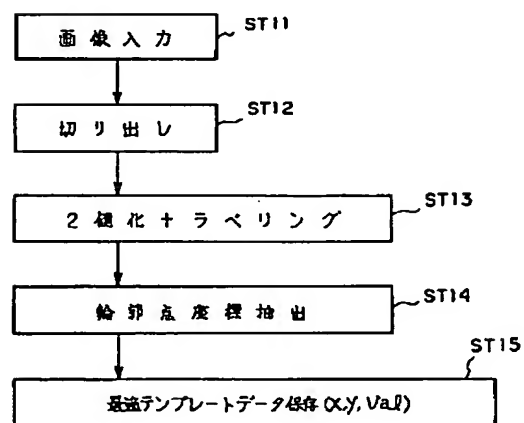
【図4】



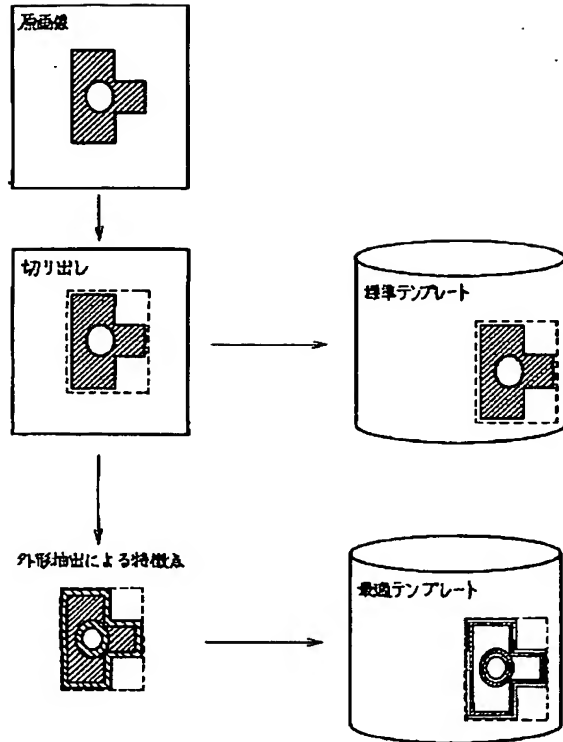
【図5】



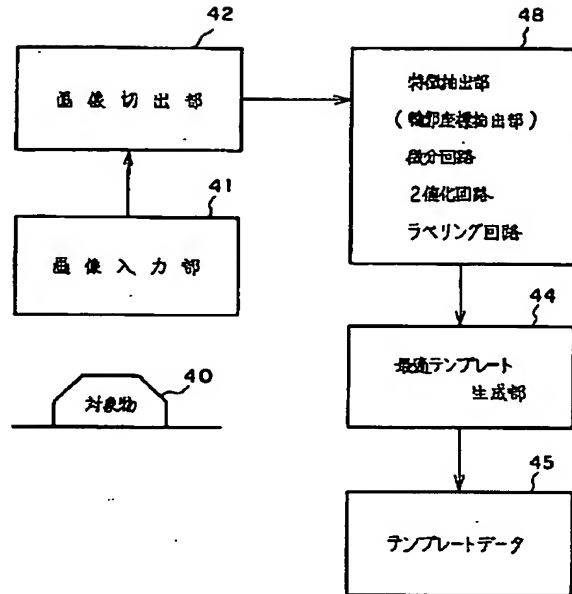
【図6】



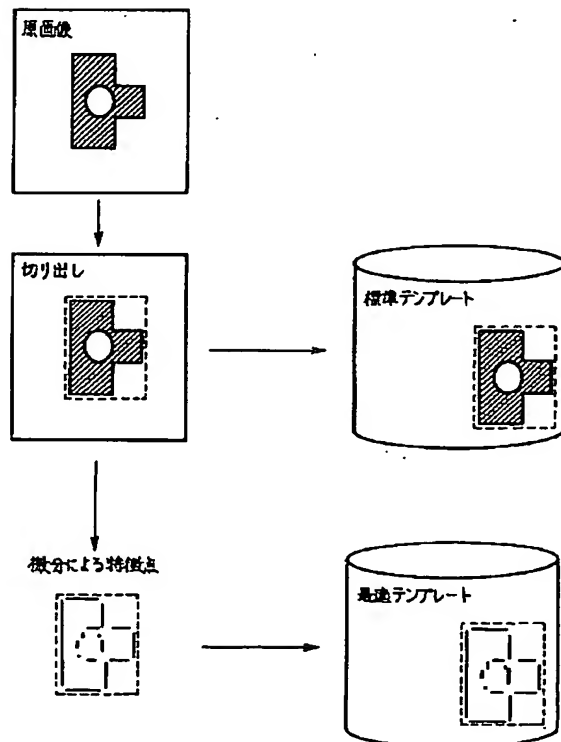
【図7】



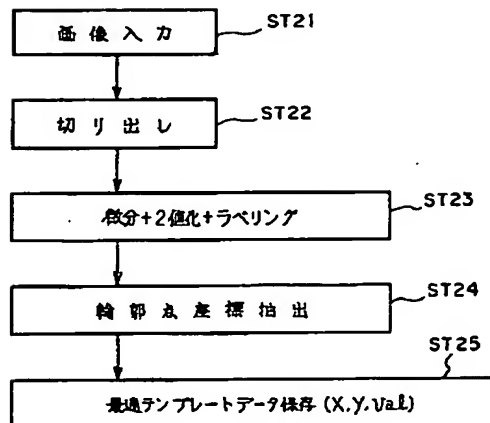
【図8】



【図10】

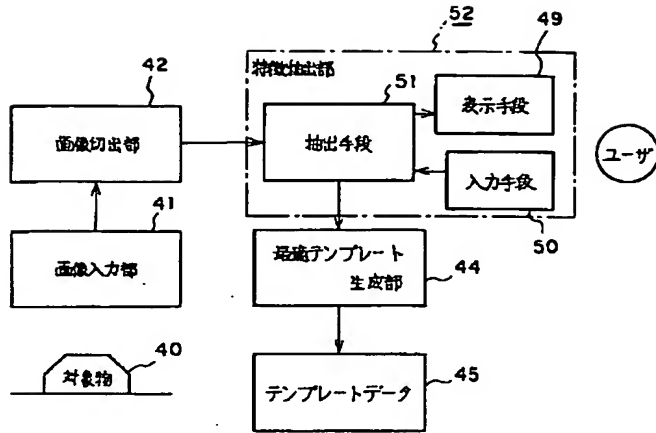


【図9】

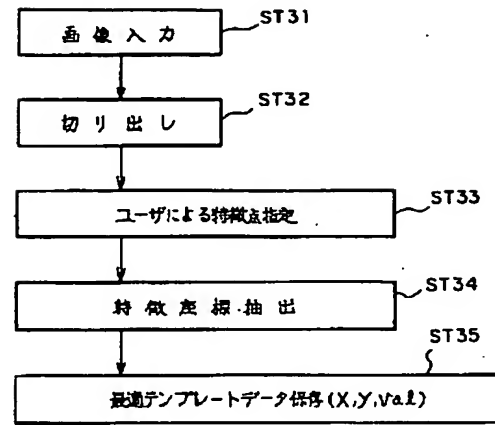




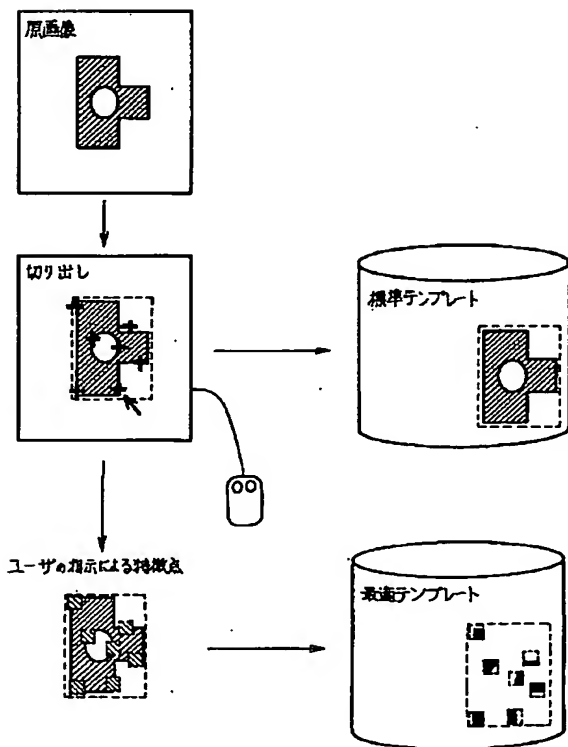
【図11】



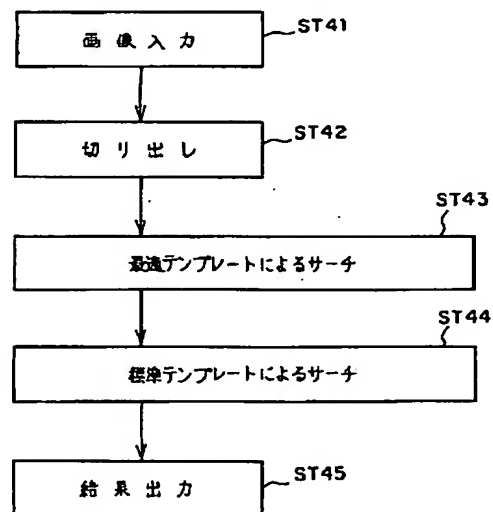
【図12】



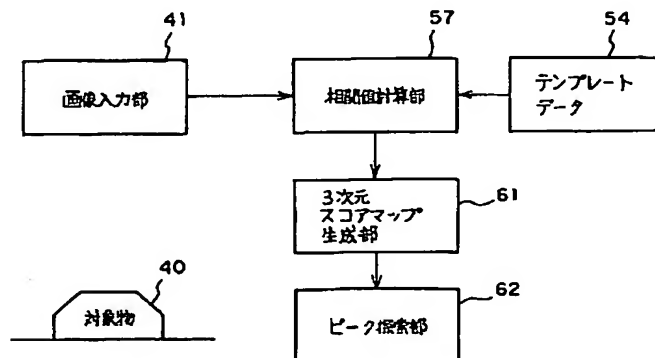
【図13】



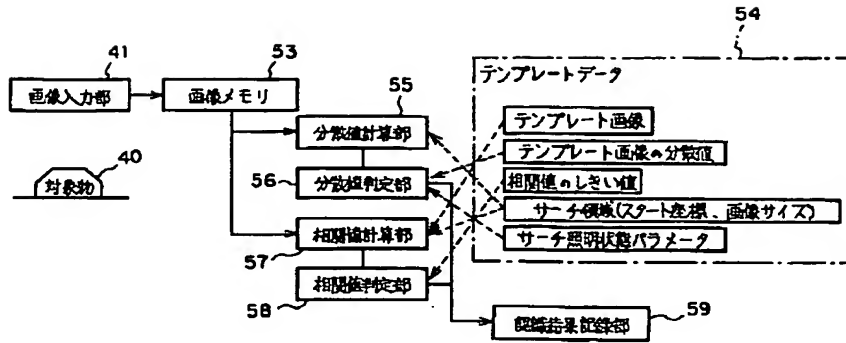
【図14】



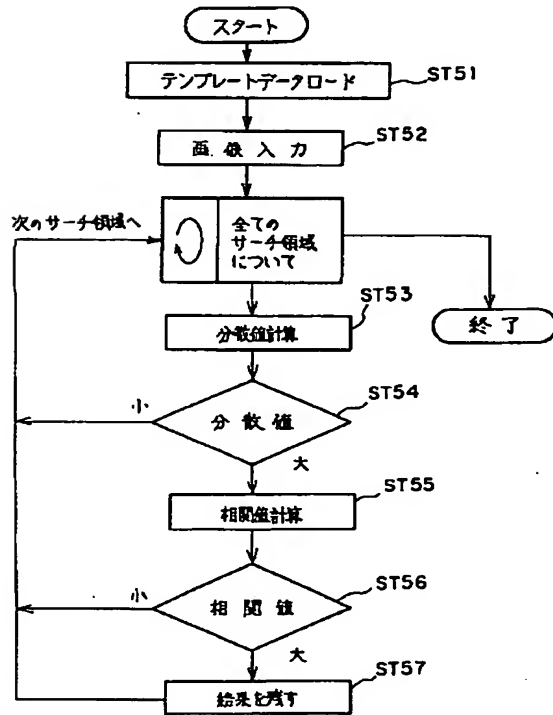
【図20】



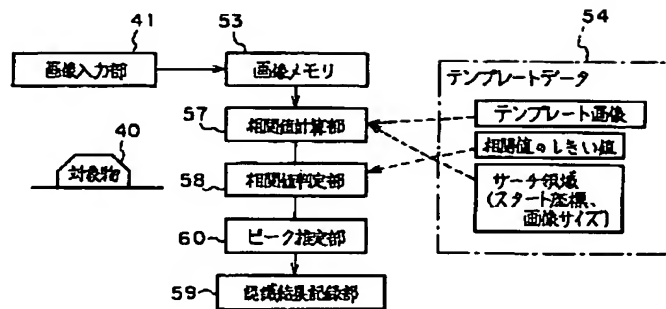
【図15】



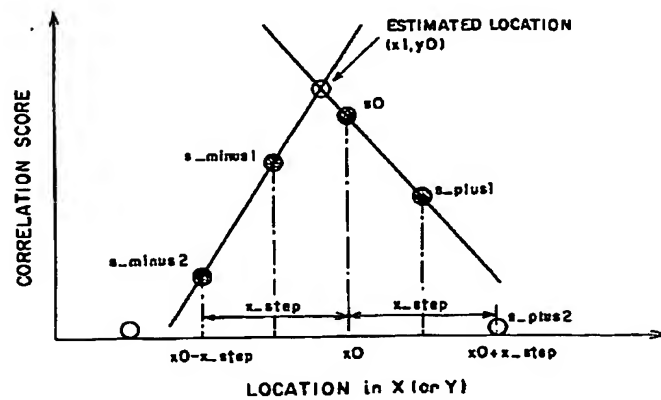
【図16】



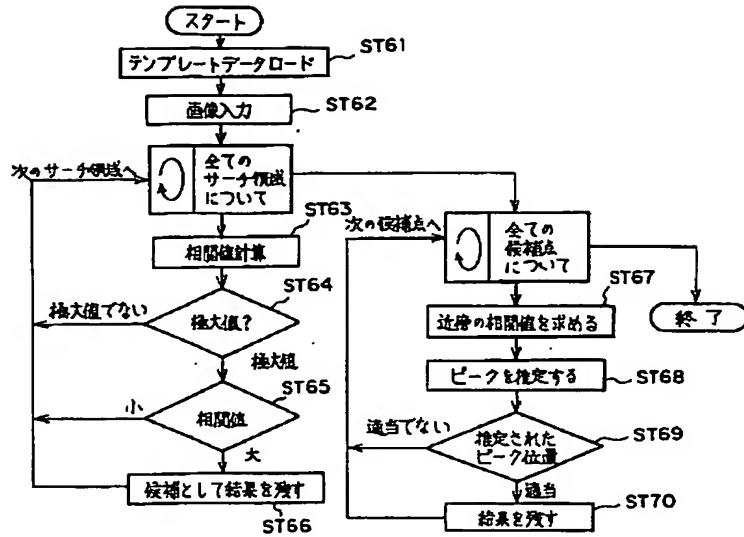
【図17】



【図19】



【図18】



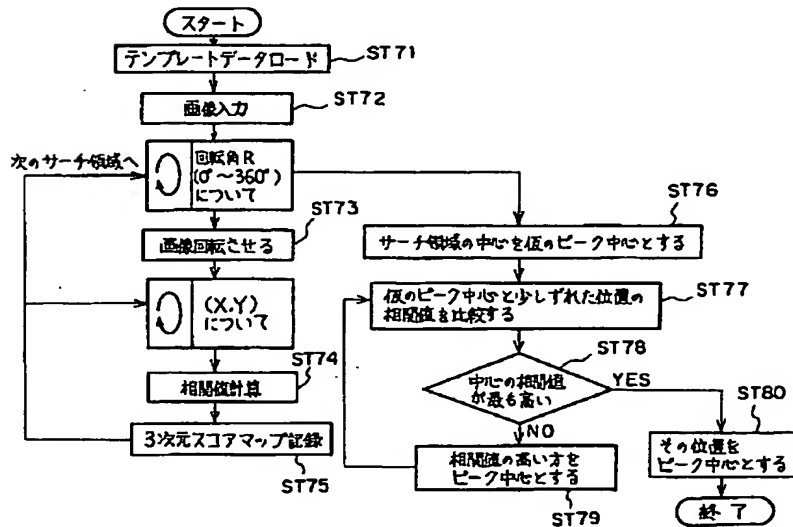
【図35】

I \ T	1	0	-1
1	1	0	-1
0	0	1	0
-1	-1	0	1

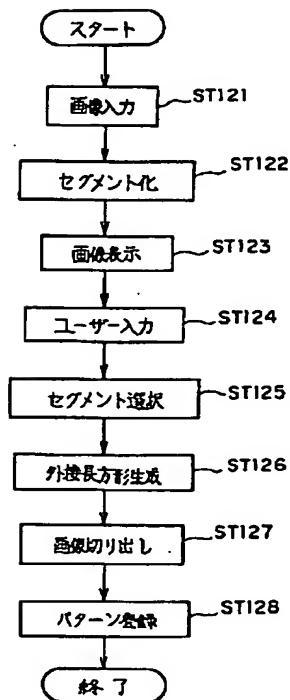
I: 原画像の画素値

T: テンプレート画像の画素値

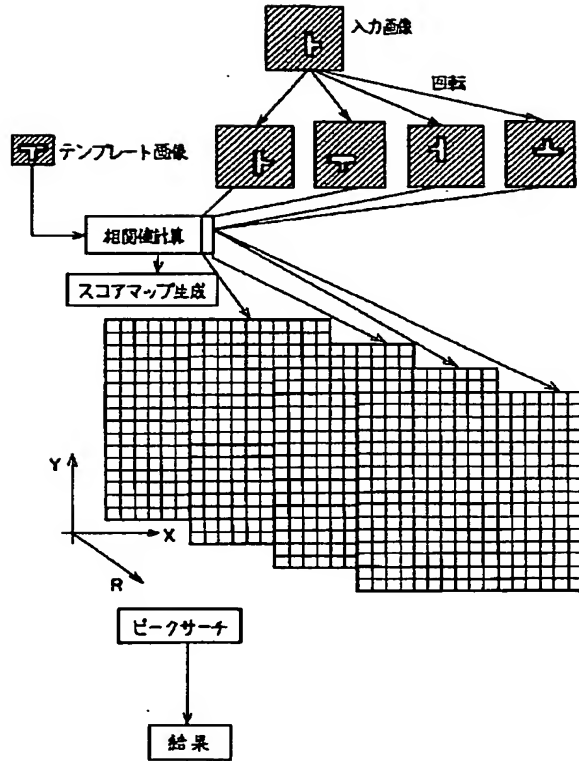
【図21】



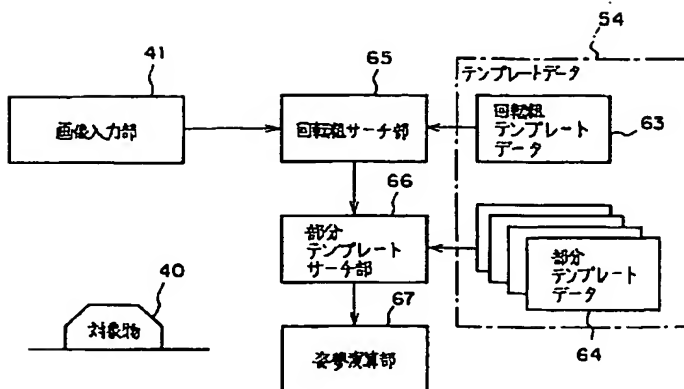
【図37】



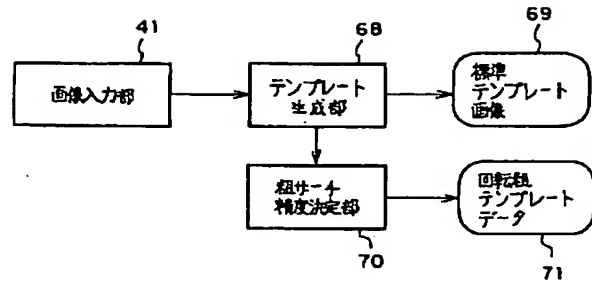
【図22】



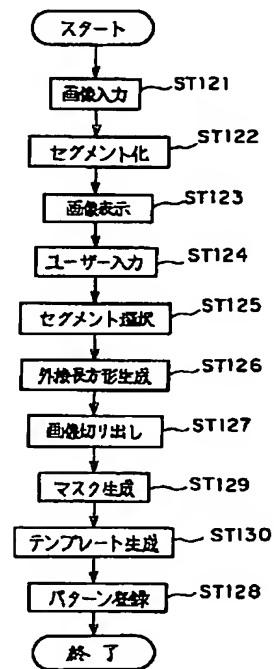
【図23】



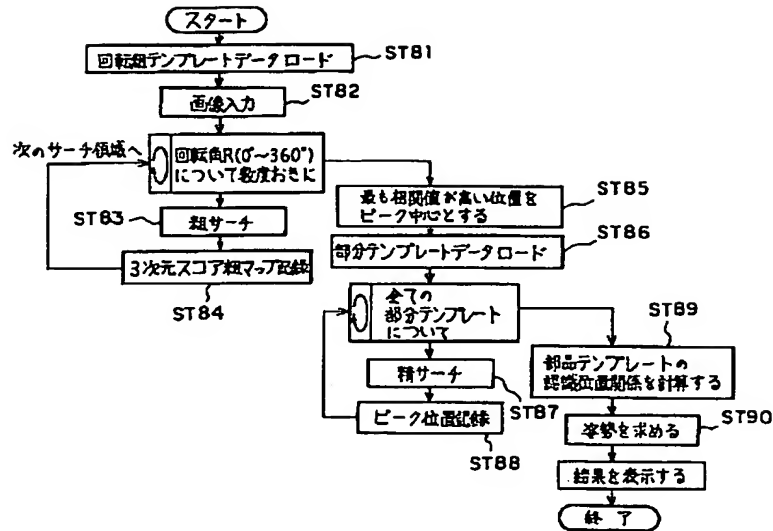
【図26】



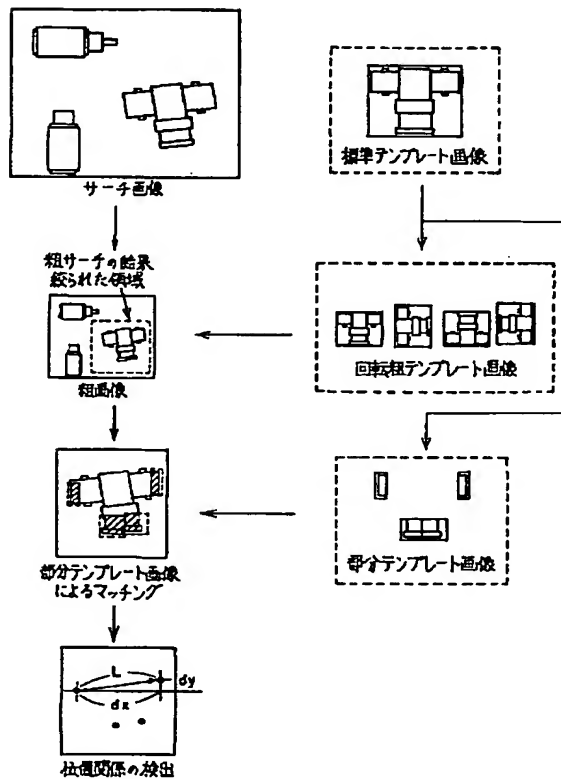
【図40】



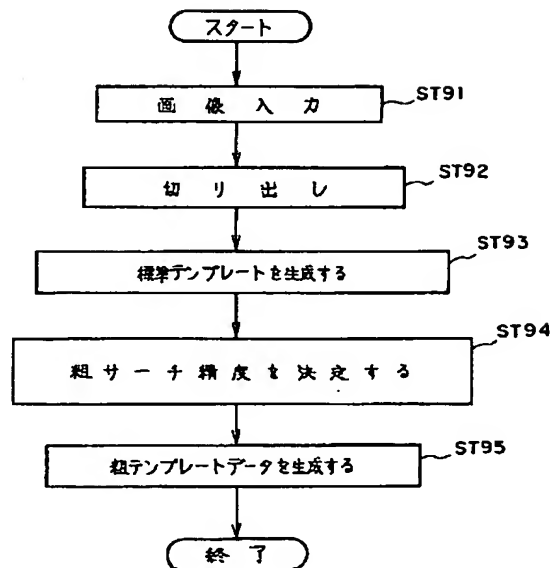
【図24】



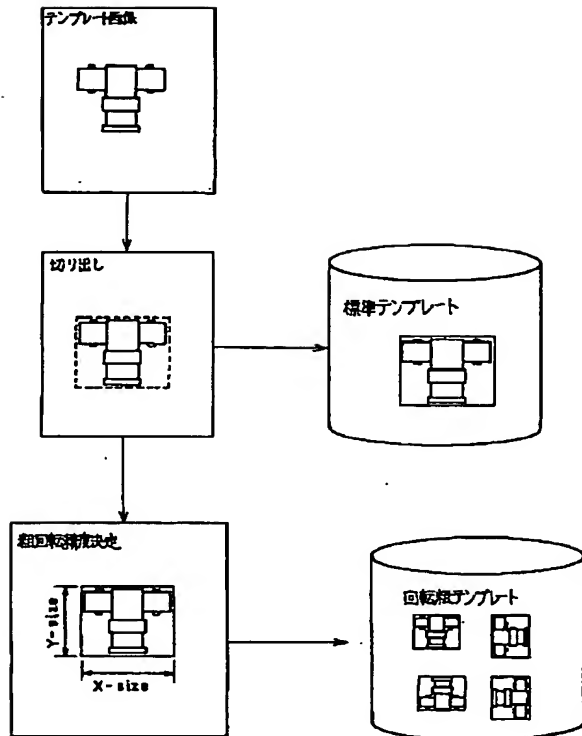
【図25】



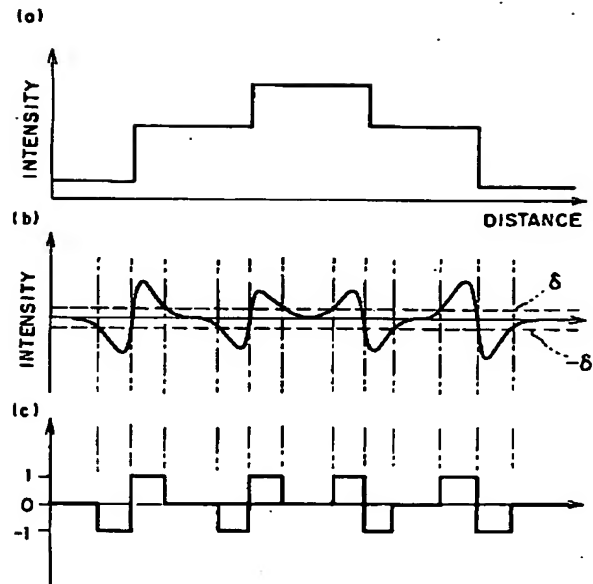
【図27】



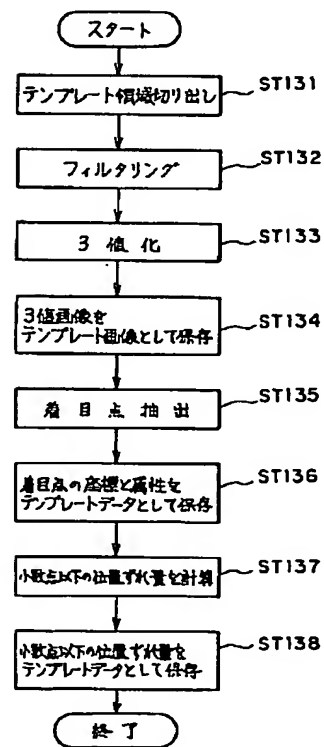
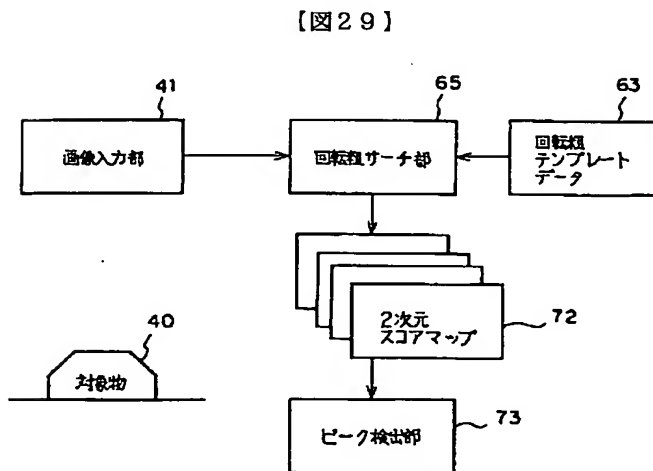
【図28】



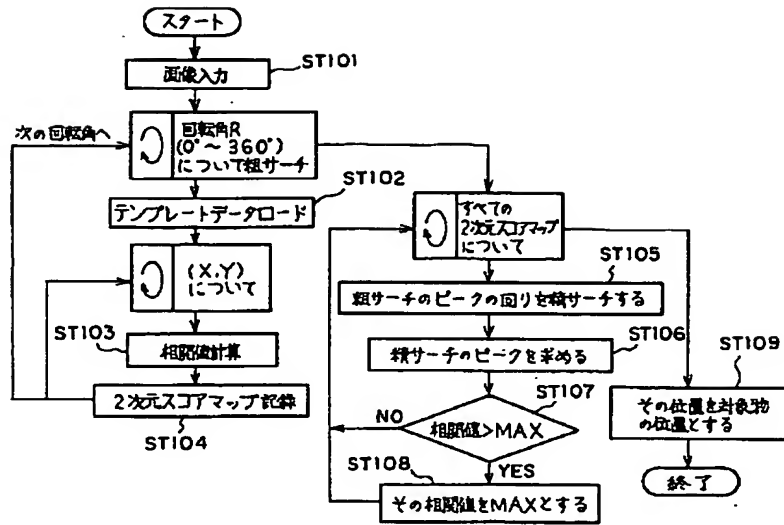
【図34】



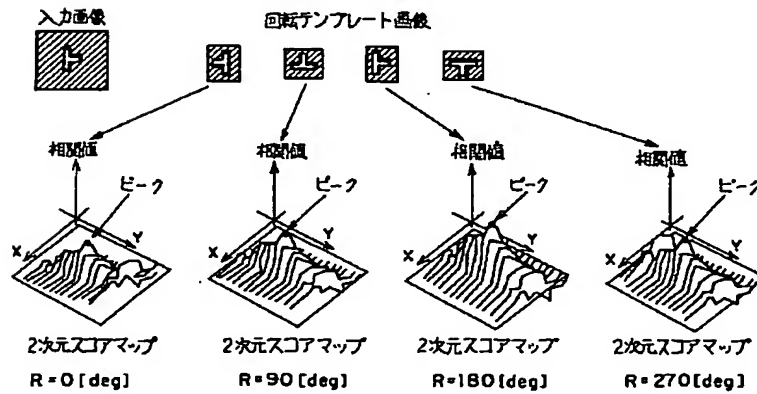
【図43】



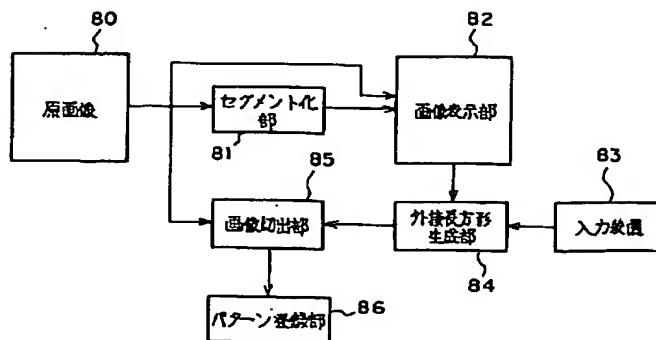
【図30】



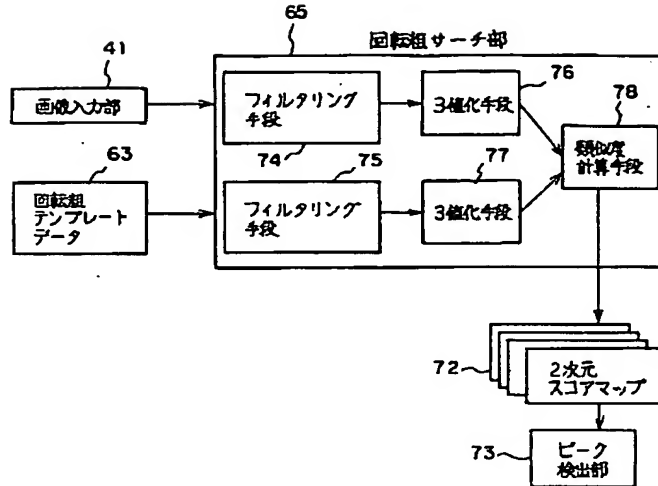
【図31】



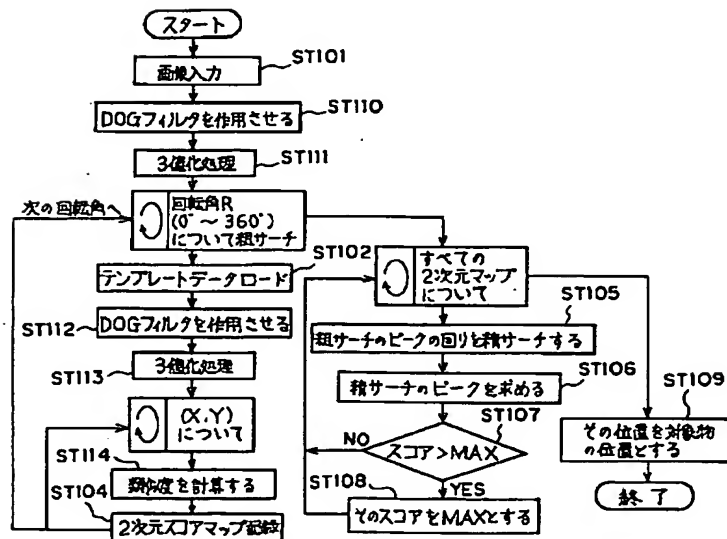
【図36】



【図32】

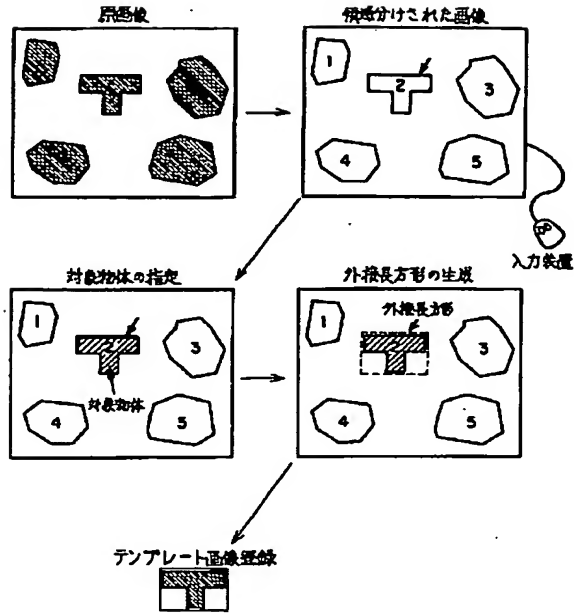


【図33】

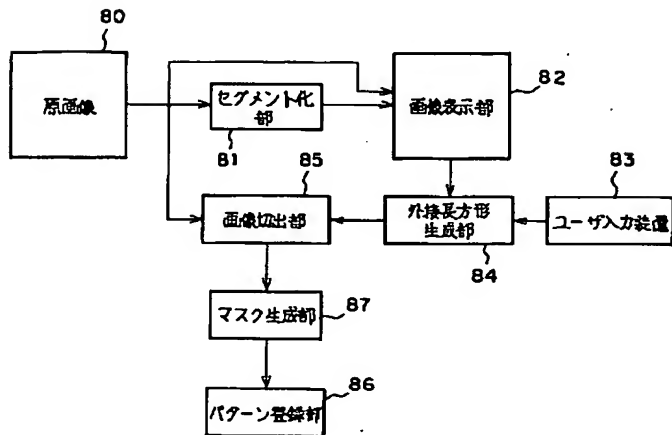




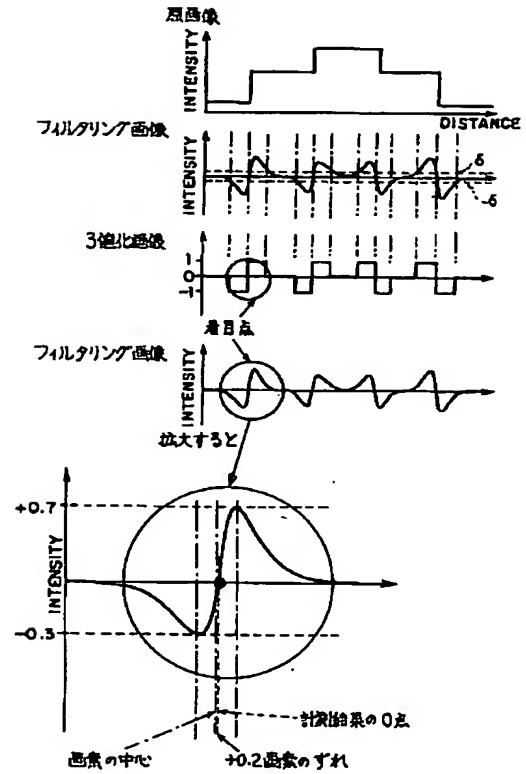
【図38】



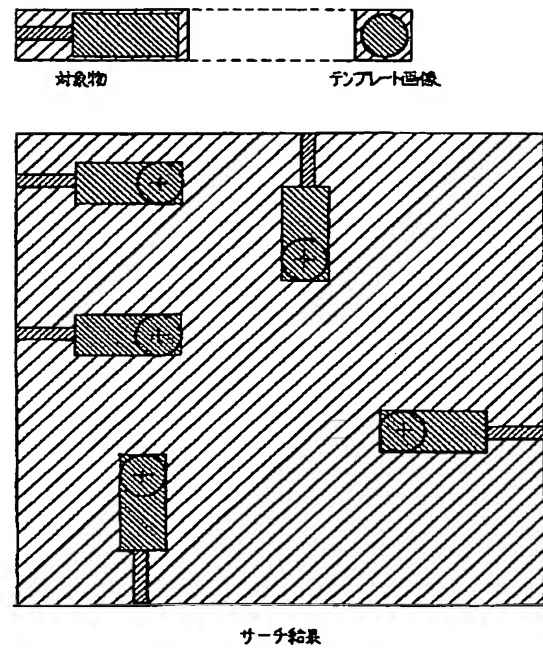
【図39】



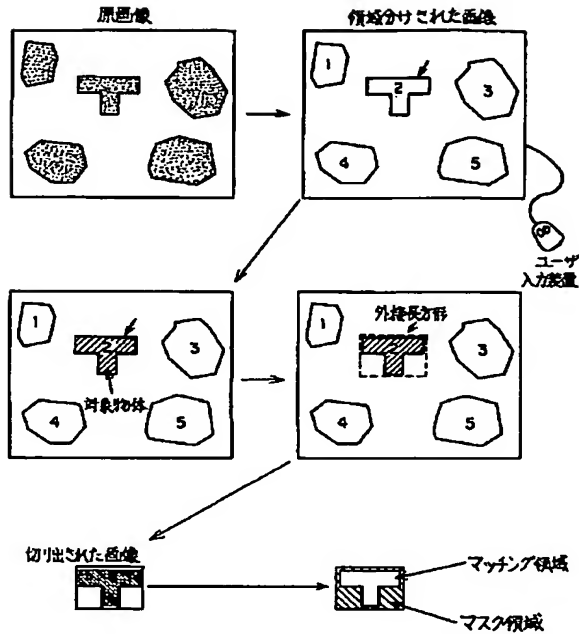
【図44】



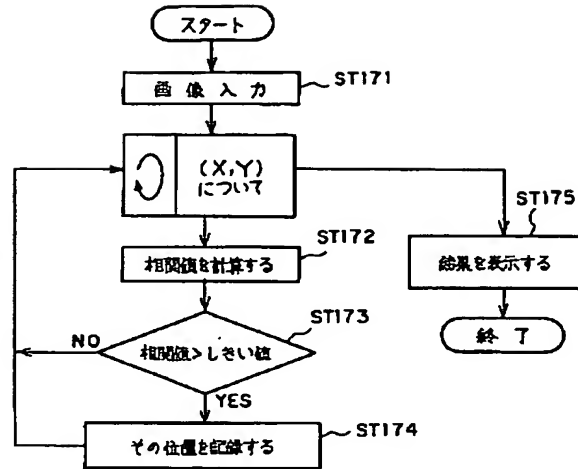
【図53】



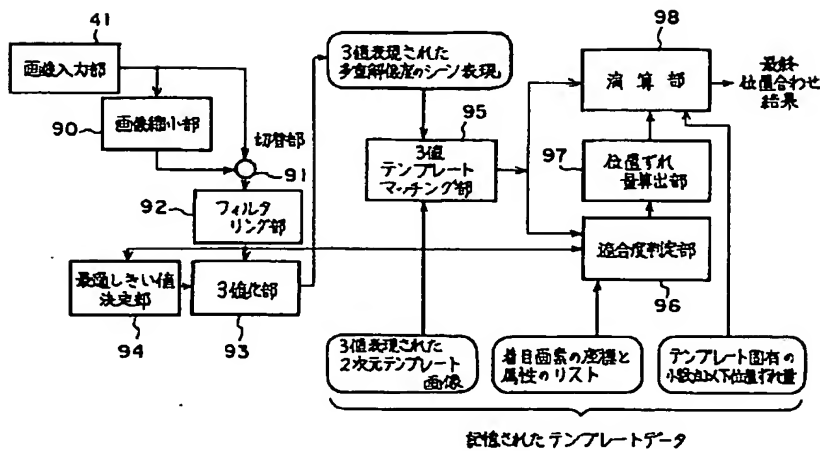
【図41】



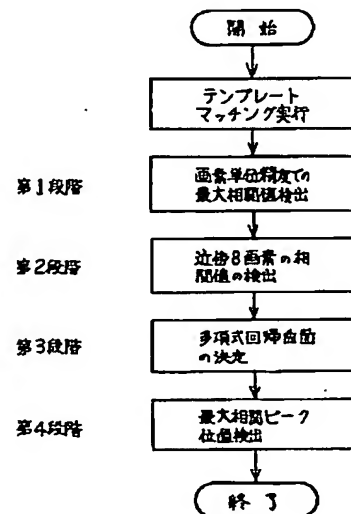
【図52】



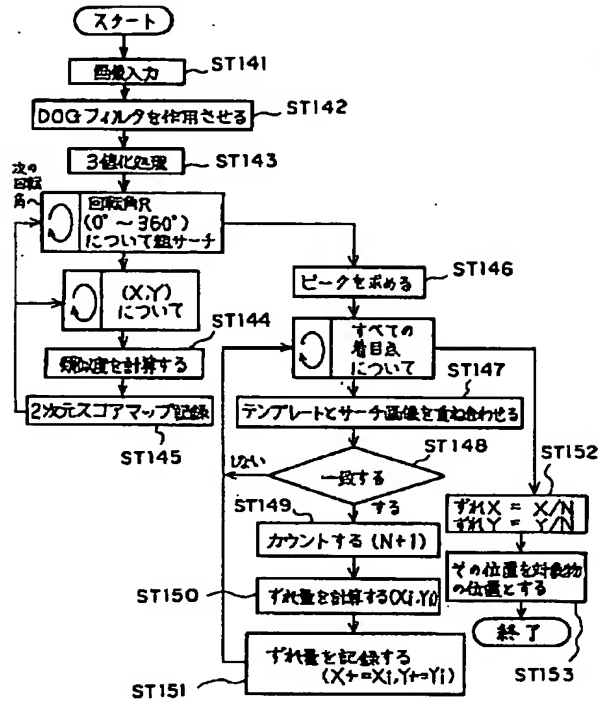
【図42】



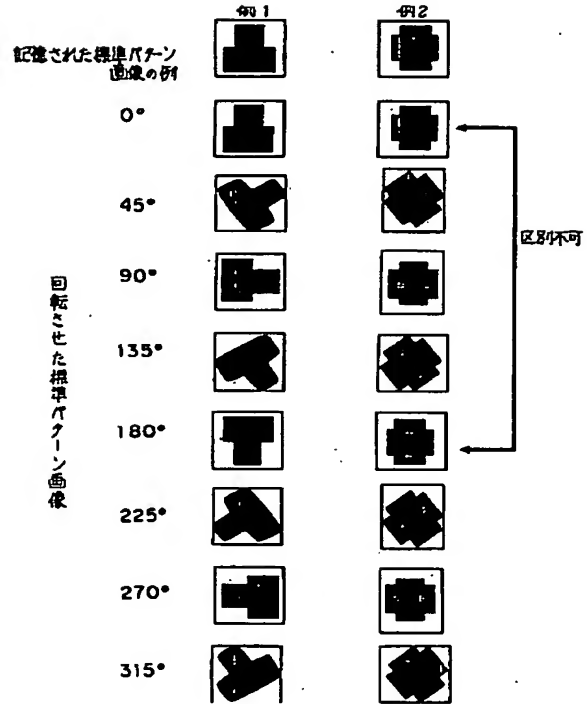
【図61】



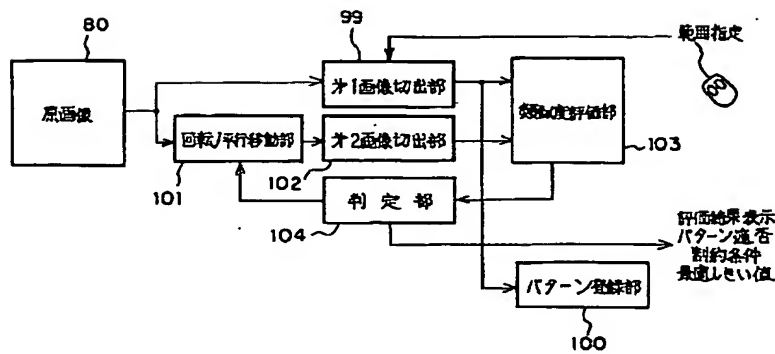
【図45】



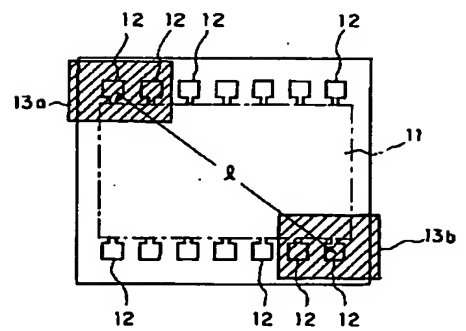
【図50】



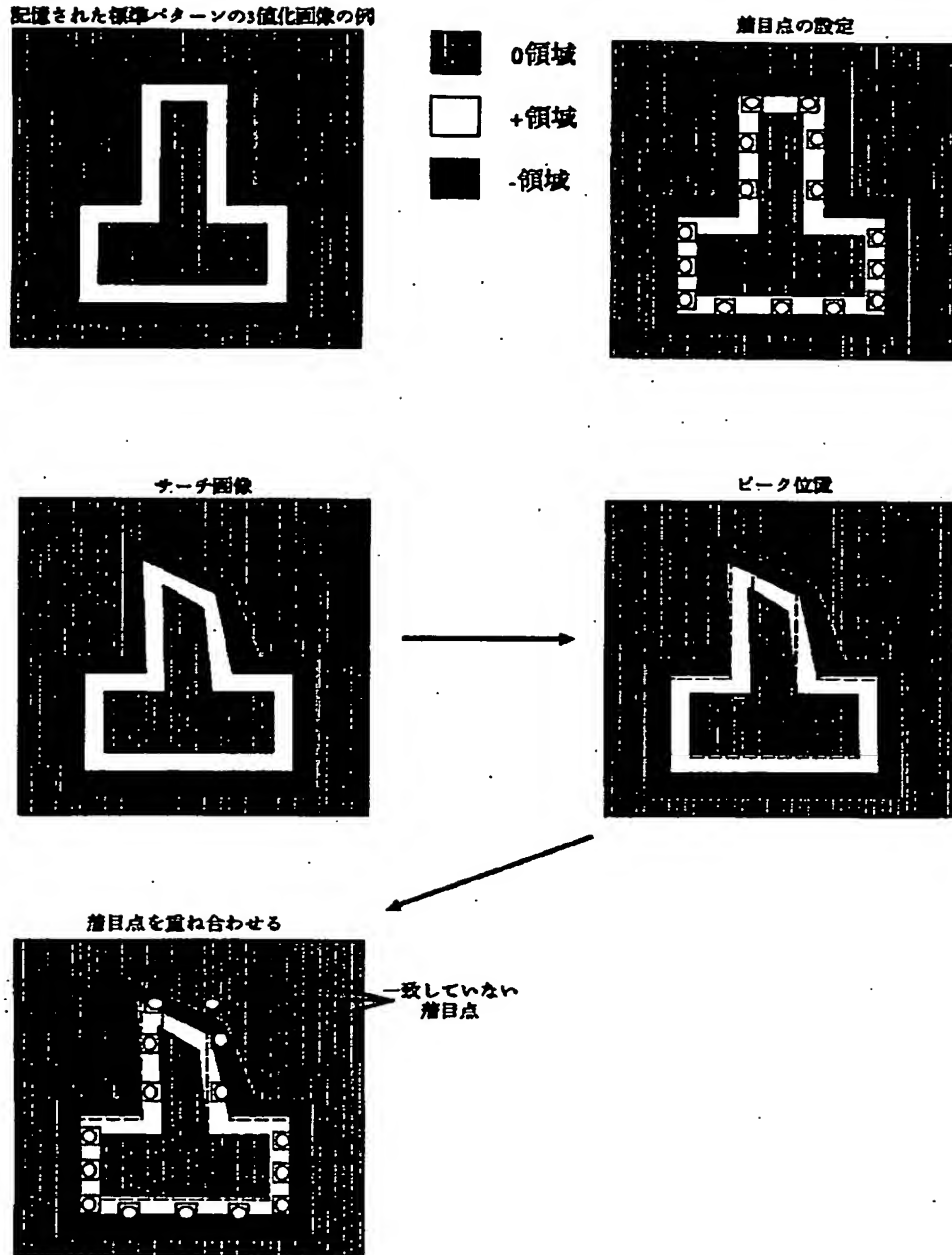
【図47】



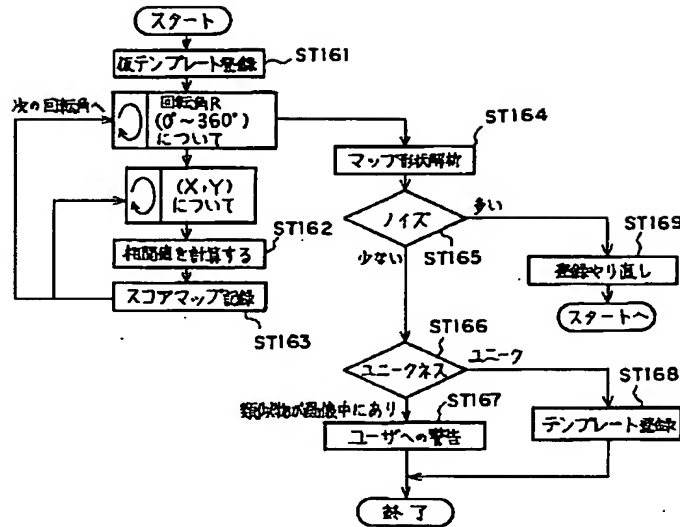
【図58】



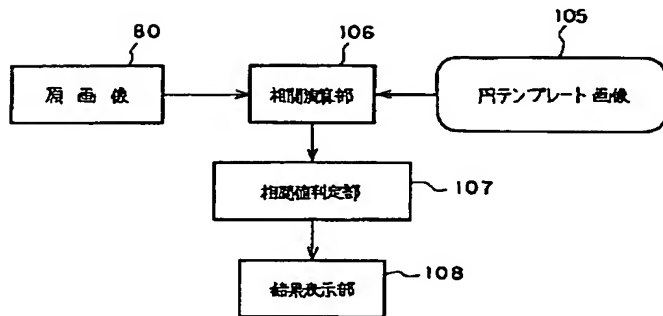
【図46】



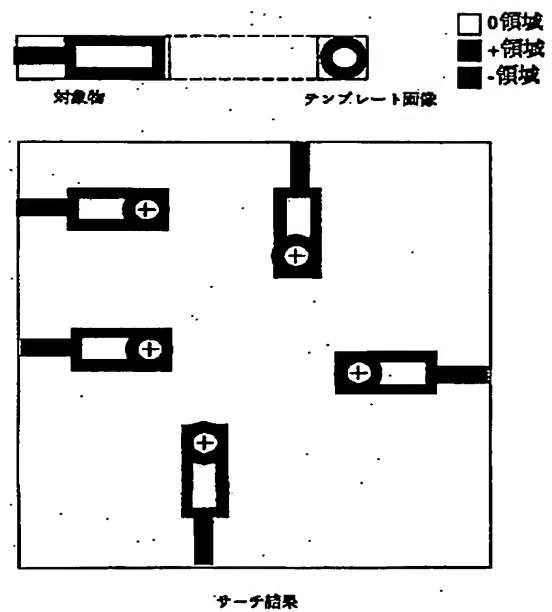
【図48】



【図51】

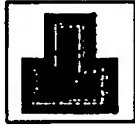


【図54】

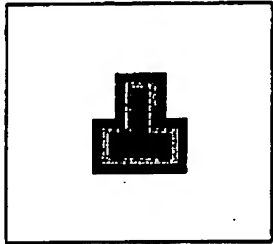


【図49】

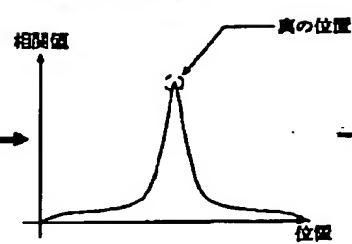
記憶された標準パターン画像の例



入力された画像の例(1)



相関マップ(1次元)

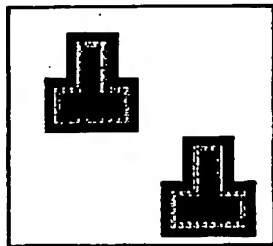


ユーザへのアドバイス

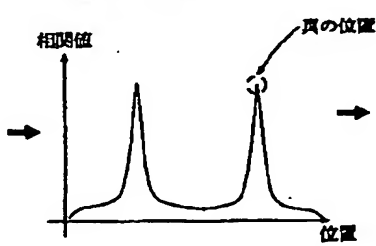
テンプレート評価

合格

入力された画像の例(2)



相関マップ(1次元)

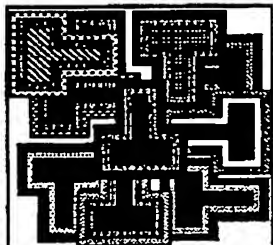


ユーザへのアドバイス

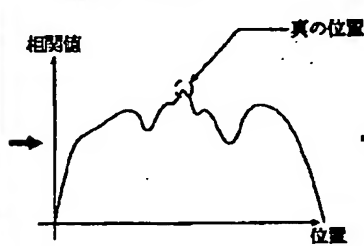
テンプレート評価

画面中に  
2つの対象物が  
存在します

入力された画像の例(3)



相関マップ(1次元)

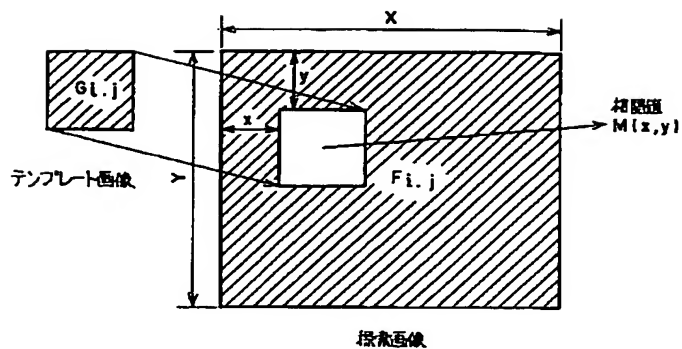


ユーザへのアドバイス

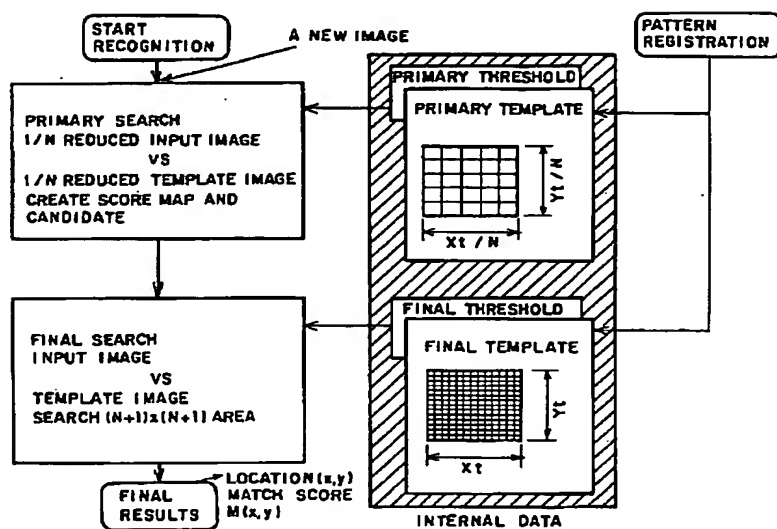
テンプレート評価

ノイズが多く  
対象物は  
安定して  
みつけれません

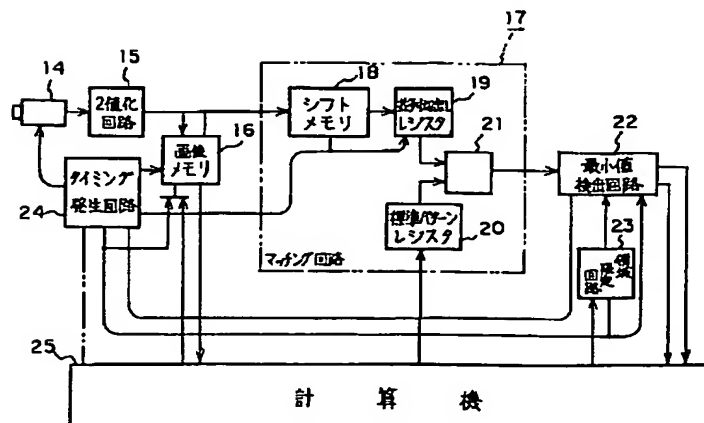
【図55】



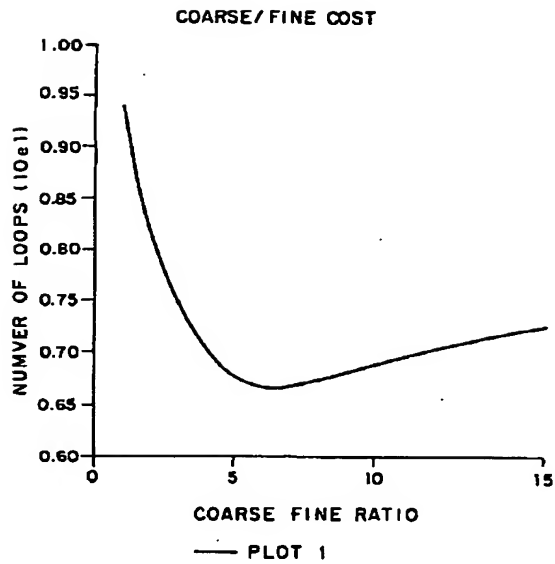
【図56】



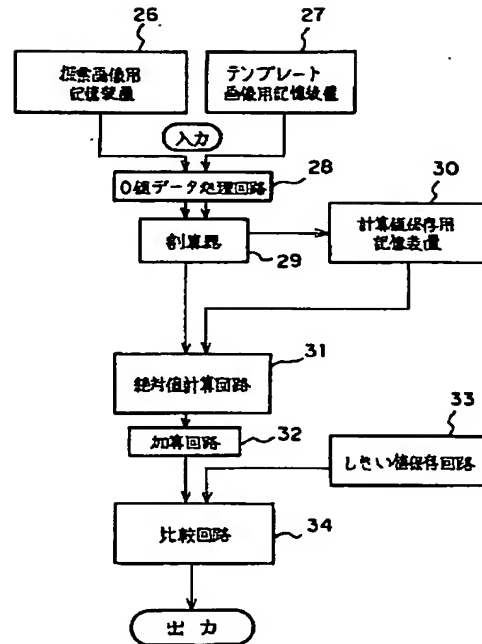
【図59】



【図57】



【図60】





【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載  
【部門区分】第 6 部門第 3 区分  
【発行日】平成 11 年 (1999) 6 月 18 日

【公開番号】特開平 7-129770  
【公開日】平成 7 年 (1995) 5 月 19 日  
【年通号数】公開特許公報 7-1298  
【出願番号】特願平 5-270977  
【国際特許分類第 6 版】

G06T 7/00  
G01B 11/24  
G05B 19/19

【F I】

G06F 15/62 400  
G01B 11/24 K  
G05B 19/19 H  
G06F 15/70 455 Z

【手続補正書】

【提出日】平成 10 年 3 月 23 日

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正内容】

【0006】しかしながら、このような濃淡テンプレ

トマッチングは相関値演算に時間がかかり、F A 分野など、高速化が要求される場合には時間の制限から実用的に対応できなかった。たとえば、 $512 \times 512$  の検査画像中、 $128 \times 128$  のテンプレート画像のサーチを行う場合、次の式 (2) による回数の積和演算が必要であり、100Mips クラスの計算機をもってしても 10 秒以上の計算時間を要することとなる。